



TUGAS AKHIR TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KADAR GAS H_2S
PADA PROSES PURIFIKASI BIOGAS DENGAN *WATER
SCRUBBER SYSTEM* BERBASIS *MICROCONTROLLER*
ATMEGA128**

Eka Wahyu Prasajo
NRP. 2414 031 015

Dosen Pembimbing
Arief Abdurrahman S.T, M.T
NIP. 19870712 201404 1 002

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017



TUGAS AKHIR – TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KADAR GAS
H₂S PADA PROSES PURIFIKASI BIOGAS DENGAN
WATER SCRUBBER SYSTEM BERBASIS
MICROCONTROLLER ATMEGA128**

**EKA WAHYU PRASOJO
NRP 2414 031 015**

**Dosen Pembimbing
Arief Abdurrahman ST, MT
NIP. 19870712 201404 1 002**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT - TF 145565

***DESIGN OF H₂S GAS CONTROL SYSTEM IN BIOGAS
PURIFICATION USING WATER SCRUBBER SYSTEM
BASED MICROCONTROLLER ATMEGA128***

**EKA WAHYU PRASOJO
NRP 2414 031 015**

Supervisor
Arief Abdurrahman ST, MT
NIP. 19870712 201404 1 002

***D3 INSTRUMENTATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF VOCATION
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017***

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KADAR GAS
H₂S PADA PROSES PURIFIKASI BIOGAS DENGAN
WATER SCRUBBER SYSTEM BERBASIS
MICROCONTROLLER ATMEGA128**

TUGAS AKHIR

Oleh :

**Eka Wahyu Prasajo
NRP. 2414 031 015**

**Surabaya, 26 Juli 2017
Mengetahui / Menyetujui**

Dosen Pembimbing



**Arief Abdurrahman ST, MT
NIP. 19870712 201404 1 002**

**Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi FV-ITS**



**Dr.Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc.
NIP. 19620822 198803 1 001**

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KADAR GAS
H₂S PADA PROSES PURIFIKASI BIOGAS DENGAN
WATER SCRUBBER SYSTEM BERBASIS
MICROCONTROLLER ATMEGA128**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Teknik Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Eka Wahyu Prasajo
NRP. 2414 031 015

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Arief Abdurrahman S.T, M.T. (Dosen Pembimbing)
2. Ir. Tutug Dhanardono M.T. (Ketua Tim Penguji)
3. Andi Rahmadiansah S.T, M.T. (Dosen Penguji II)
4. Hendra Cordova S.T, M.T. (Dosen Penguji III)

**SURABAYA
JULI 2017**

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KADAR GAS
H₂S PADA PROSES PURIFIKASI BIOGAS DENGAN
WATER SCRUBBER SYSTEM BERBASIS
MICROCONTROLLER ATMEGA128**

Nama Mahasiswa : Eka Wahyu Prasajo
NRP : 2414 031 015
Program Studi : D III Teknik Instrumentasi
Departemen : Teknik Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Arief Abdurrahman S.T, M.T

Abstrak

Saat ini cadangan energi fosil sudah semakin menipis dan pencarian sudah sangat sulit dilakukan, bahkan diprediksi 2030 akan betul-betul menjadi *nett importer* energi. Peranan *renewable energy* di Indonesia memiliki potensi besar untuk itu. Salah satu sumber energi terbarukan yang sedang digencarkan penggunaannya adalah biogas. Gas metana menjadi unsur primer dan menjadi parameter utama dalam menentukan kualitas sebuah produk biogas. Sehingga biogas yang dihasilkan kurang maksimal bahkan masih mengandung gas H₂S dan gas CO₂ yang bersifat racun dan korosif sedangkan pada saat ini masih belum ada penelitian terkait dengan kontrol kadar gas H₂S. maka dalam Tugas Akhir ini akan membuat rancang bangun sistem kontrol kadar gas H₂S untuk meningkatkan efektivitas reduksi kadar H₂S pada biogas dengan metode *water scrubber system*. Pada pengendalian kadar gas H₂S digunakan sensor MQ-136 yang dibandingkan dengan *gas detector* sebagai alat standar. Adapun karakteristik statik yang diperoleh dari pembacaan sensor MQ-136 diantaranya resolusi sebesar 0.01, sensitivitas sebesar 0.02 V/ppm, akurasi sebesar 1,32% dan ketidakpastian diperluas sebesar 2.77. Apabila kadar gas H₂S mencapai set point 3ppm maka solenoid Valve A akan membuka dan solenoid valve B akan menutup begitu juga sebaliknya.

Kata kunci: Pengendalian Kadar Gas H₂S, Purifikasi Biogas, Sensor MQ-136

**DESIGN OF H₂S GAS CONTROL SYSTEM IN BIOGAS
PURIFICATION USING WATER SCRUBBER SYSTEM
BASED MICROCONTROLLER ATMEGA128**

Name of Student : Eka Wahyu Prasajo
NRP : 2414 031 015
Program Study : D III Instrumentation Engineering
Department : Instrumentation Engineering FV-ITS
Advisor Lecturer : Arief Abdurrahman S.T, M.T

ABSTRACT

Currently fossil energy reserves are getting thinner and the search is very difficult to do, even predictable 2030 will actually become nett energy importer. The role of renewable energy in Indonesia has great potential for it. One source of renewable energy that is being used is biogas. Methane gas becomes the primary element and becomes the main parameter in determining the quality of a biogas product. So that the resulting biogas is less than the maximum even still contain H₂S gas and CO₂ gas that is toxic and corrosive while at the moment there is still no research related to the control of H₂S gas content. Then in this Final Project will make the design of control system of H₂S gas content to increase effectivity of H₂S content reduction in biogas by water scrubber system method. In controlling the level of H₂S gas used MQ-136 sensor compared with gas detector as standard tool. The static characteristics obtained from reading the MQ-136 sensor include the resolution of 0.01, the sensitivity of 0.02 V / ppm, the accuracy of 1.32% and the uncertainty expanded by 2.77. If the H₂S gas level reaches 3ppm set point then the solveoid Valve A will open and solenoid valve B will close and otherwise.

Keywords: *Biogas Purification, H₂S Gas Control System, Sensor MQ-136*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KADAR GAS H_2S PADA PROSES PURIFIKASI BIOGAS DENGAN WATER SCRUBBER SYSTEM BERBASIS MICROCONTROLLER ATMEGA128”** dengan tepat waktu. Terelesaiannya laporan ini juga tak luput dari dukungan dan peran dari orangtua dan keluarga besar serta berbagai pihak. Untuk itulah dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang tidak henti-hentinya memberi semangat dan doa untuk menyelesaikan Tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi Instrumentasi.
3. Bapak Arief Abdurrahman ST, MT selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah membina proses pengerjaan *plant* purifikasi biogas dengan baik dan sabar.
4. Bapak Ir. Ya'umar M.T selaku Dosen Wali penulis.
5. Seluruh Asisten Laboratorium *Microprocessor and Microcontroller*, *Workshop Instrumentasi*, Laboratorium Instrumentasi dan Kontrol, Laboratorium Pengukuran Fisis, dan Sahabat Mikro serta Sahabat Zelena yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir penulis.
6. *BIOGAS Team*, sahabat terbaik yang penulis cintai (Indra, Devi, Layly dan Okke) yang telah bersama-sama berjuang dalam pengerjaan Tugas Akhir ini hingga selesai.
7. Teman-teman D3 Metrologi & Instrumentasi dan S1 Teknik Fisika angkatan 2014 FTI-ITS.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu penulis menerima segala masukan baik

berupa saran, kritik, dan segala bentuk tegur sapa demi kesempurnaan lapiran ini.

Demikian laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan dengan harapan dapat bermanfaat dalam akademik baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca.

Surabaya, 26 Juli 2017

Penulis.

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
TITLE OF PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Laporan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biogas	5
2.2 <i>Scrubber</i>	6
2.3 Purifikasi Biogas dengan <i>water scrubber system</i>	8
2.4 Solenoid Valve	10
2.5 Sensor MQ-136	11
2.6 Mikrocontroller ATmega128	13
2.7 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	14
2.8 <i>Software Code Vision AVR</i>	16
2.9 Driver Rellay	16
2.10 Sistem Pengendalian	18
2.11 Karakteristik Statik	19

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Alir(<i>flowchart</i>).....	23
3.2 Perancangan Sistem Kontrol H ₂ S	24
3.3 Rangkaian <i>Power Supply</i>	25
3.4 Perancangan <i>Sensor</i> Kadar Gas H ₂ S MQ-136.....	26
3.5 Perancangan Tampilan LCD 20x4.....	26
3.6 Rangkaian <i>Driver Relay</i>	27
3.7 Perancangan <i>Solenoid Valve</i>	28
3.8 Pembuatan Alat.....	28

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Hasil Rancang Bangun	35
4.2 Pengujian Sensor Kadar Gas H ₂ S MQ-136.....	36
4.3 Pengujian Sistem	44
4.4 Pembahasan	46

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (*LISTING PROGRAM PADA CODE VISION AVR*)

LAMPIRAN B (*DATA SHEET MINIMUM SYSTEM ATMEGA128*)

LAMPIRAN C (*DATA SHEET MQ-136*)

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1	Prinsip kerja <i>Dry Scrubber</i>7
Gambar 2.2	Prinsip kerja <i>Water Scrubber</i>7
Gambar 2.3	Skema Alat Purifikasi9
Gambar 2.4	Bagian <i>Solenoid Valve</i>10
Gambar 2.5	On/Off <i>condition Solenoid Valve</i>11
Gambar 2.6	Sensor MQ-136.....11
Gambar 2.7	Grafik Karakteristik Sensor12
Gambar 2.8	Mikrocontroller ATmega12814
Gambar 2.9	LCD <i>Character</i> 16x2.....14
Gambar 2.10	Penunjukkan Kolom dan Baris pada LCD.....15
Gambar 2.11	Driver <i>Relay</i>17
Gambar 2.12	Diagram Blok <i>Close Loop</i>18
Gambar 2.13	Tabel <i>T-student</i>22
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Pengerjaan Tugas Akhir.....23
Gambar 3.2	Desain Plant Purifikasi Biogas24
Gambar 3.3	Diagram blok sistem control kadar gas H ₂ S24
Gambar 3.4	Power Supply 5 v.....25
Gambar 3.5	Skematik Rangkaian Sensor MQ-13626
Gambar 3.6	Rangkaian LCD 4x1627
Gambar 3.7	Rangkaian <i>Modul Relay</i>28
Gambar 3.8	<i>Solenoid Valve</i>28
Gambar 3.9	<i>Plant</i> Purifikasi Biogas29
Gambar 3.10	Realisasi Peletakan Sensor30
Gambar 3.11	<i>Software Code Vision AVR</i>30
Gambar 3.12	<i>Create New File</i>31
Gambar 3.13	<i>Chip</i> pada <i>Code Vision AVR</i>31
Gambar 3.14	<i>Alphanumeric LCD</i> pada <i>Code Vision AVR</i>32
Gambar 3.15	ADC pada <i>Code Vision AVR</i>32
Gambar 3.16	<i>Tombol Generate</i>33
Gambar 3.17	Tampilan Awal Program.....33
Gambar 3.18	<i>Listing</i> Program Sistem Kontrol Kadar Gas34
Gambar 4.1	<i>Purification Biogas Plant</i>35
Gambar 4.2	Penempatan <i>Sensor</i> MQ-13635

Gambar 4.3	Grafik perbandingan RS/RO terhadap PPM.....	37
Gambar 4.4	Grafik pembacaan standard dan alat.....	39

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1	Alokasi port yang digunakan29
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Sensor MQ-136.....37
Tabel 4.2	Data Pengujian Alat38
Tabel 4.3	Konversi Nilai <i>Analog</i> ke Desimal <i>Biner 8 Bit</i> <i>Sensor</i> MQ-136.....44
Tabel 4.4	Data Pengujian Uji Input dan Output Purifikasi45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini cadangan energi fosil sudah semakin menipis dan pencarian sudah sangat sulit dilakukan, bahkan diprediksi 2030 akan betul-betul menjadi *nett importer energy*[1]. Sedangkan pertumbuhan konsumsi energi Indonesia lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan konsumsi dunia. Peranan *renewable energy* di Indonesia memiliki potensi besar untuk itu. Salah satu sumber energi terbarukan yang sedang digencarkan penggunaannya adalah biogas, khususnya untuk skala rumah tangga. Namun pengembangan biogas di Indonesia masih relatif lambat karena berbagai faktor, mulai dari masyarakat yang masih kurang nyaman dengan energi dari kotoran hingga masalah pemurnian biogas.

Biogas dihasilkan dari proses anaerobik dan terdiri dari beberapa unsur seperti hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), hidrogen (H_2), nitrogen (N_2), karbon monoksida (CO), jenuh atau terhalogenasi karbohidrat, oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) dengan produk utama berupa metana (CH_4). Komposisi biogas yang dihasilkan dari pencernaan anaerobik kurang-lebih sekitar 60 - 70 % CH_4 , sekitar 30 - 40% CO_2 , kurang dari 1% N_2 , dan sekitar 10 - 2000 ppm H_2S [2]. Gas metana menjadi unsur primer dan menjadi parameter utama dalam menentukan kualitas sebuah produk biogas. Sehingga biogas yang dihasilkan kurang maksimal bahkan masih mengandung gas H_2S dan gas CO_2 yang bersifat racun dan korosif. Ada beberapa Provinsi di Indonesia yang telah mengembangkan biogas sebagai sumber energi alternatif, salah satunya di provinsi Jawa Timur. Jawa Timur merupakan salah satu penyumbang reaktor biogas terbesar di Indonesia dengan memiliki 18.250 ekor sapi dan potensi kotoran

yang dihasilkan sebesar 456.250kg/hari. Jumlah tersebut dapat dikonversi menjadi energi listrik sebesar 17.155 kWh per hari melalui sebuah instalasi biogas yang dilengkapi dengan sebuah generator set biogas [3]. Adapun standar gas metana yang digunakan sebagai bahan bakar generator set sebesar 90%. Namun di daerah dengan penghasil biogas terbesar tersebut kandungan gas metana belum mencapai 90% karena komposisi biogasnya masih mengandung gas polutan berupa CO₂ sebesar 26,93% dan H₂S sebesar 41,76 ppm [4]. Kondisi ini akibat dari tidak adanya sistem purifikasi yang ada di biogas, sehingga pemanfaatan biogas sebagai pembangkit listrik belum dapat dilakukan secara optimal. Pada sisi yang lain rasio elektrifikasi yang ada di salah satu Provinsi Jawa Timur sebagai penghasil biogas masih sebesar 87%.

Beberapa upaya telah dilakukan agar dapat mereduksi kadar H₂S, antara lain yang berjudul Purwarupa Pemantau Gas Hidrogen Sulfida Dalam Ruang Industri Kimia[11], penelitian ini bertujuan untuk melakukan monitoring gas H₂S agar dapat mengetahui besar konsentrasi serta dapat mengurangi dampak gas H₂S terhadap lingkungan dan kesehatan. Untuk mengetahui gas H₂S pada industri kimia dibutuhkan sensor gas H₂S MQ-136. Untuk tampilan indeks pada data yang dikirim ke PC/Notebook menggunakan tampilan *visual basic*, sedangkan pada alat menggunakan LCD yang sebelumnya diproses oleh *mikrokontroler*. Namun penelitian tersebut masih mengalami banyak kekurangan terkait dengan belum optimalnya penurunan kadar H₂S sehingga apabila sistem tersebut diaplikasikan pada biogas dapat menyebabkan kerusakan pada generator set.

Berdasarkan pada beberapa tinjauan tersebut, maka dalam Tugas Akhir ini akan membuat rancang bangun sistem kontrol kadar gas H₂S untuk meningkatkan efektivitas reduksi kadar H₂S pada biogas dengan metode *water scrubber system*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

- Bagaimana merancang sistem reduksi gas H_2S pada *water scrubber system*?
- Bagaimana perancangan dan pembuatan sistem kontrol gas H_2S pada *water scrubber system*?
- Bagaimana respon sistem kontrol kadar gas H_2S pada *water scrubber system*?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan utama dari rancang bangun alat ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari program studi diploma 3 metrologi dan instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu :

- Merancang sistem reduksi gas H_2S pada *water scrubber system*.
- Mengetahui analisis sistem kontrol gas H_2S pada *water scrubber system*.
- Mengetahui respon sistem kontrol kadar gas H_2S pada *water scrubber system*.

1.4 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan permasalahan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang ini yaitu :

- Variabel yang dikendalikan adalah kadar gas H_2S pada *water scrubber system*.
- sensor yang digunakan adalah MQ-136
- Menggunakan *microcontroller ATmega 128* sebagai fungsi *controller*.
- Aktuator yang digunakan adalah *solenoid valve*.
- Biogas yang digunakan berasal dari kotoran sapi.
- Sampel biogas untuk pengujian menggunakan ban.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dalam mengerjakan tugas akhir ini mahasiswa atau penulis paham dan mengerti dalam merancang dan membangun suatu sistem kontrol kadar gas H_2S pada purifikasi biogas.

1.6 Sistematika Laporan

Sistematika laporan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat, dan sistematika penulisan dalam tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai teori-teori penunjang yang diperlukan dalam merealisasikan tugas akhir yaitu berupa teori tentang biogas, metode pemurnian biogas, dan perangkat-perangkat yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini diuraikan tentang penjelasan mengenai perancangan dan pembuatan alat.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pada bab ini memuat tentang hasil pengujian dari perangkat yang dibuat beserta pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini memuat tentang kesimpulan dan saran dari pembuatan tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biogas

Biogas mulai berkembang sejak abad 17 di Perancis. Biogas sendiri merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik dalam kondisi anaerobik atau minim oksigen. Bahan-bahan organik tersebut diantaranya bisa berupa daun-daun yang telah membusuk, kotoran manusia, kotoran ternak, dan masih banyak lagi selama masih tergolong bahan organik. Di Indonesia bahan organik untuk biogas yang paling banyak digunakan adalah dari kotoran hewan karena masih banyaknya peternakan. Sehingga potensi peternakan di Indonesia selain untuk kebutuhan pangan, juga bisa untuk pengembangan sumber daya terbarukan seperti biogas.

Biogas merupakan gas yang sangat mudah terbakar. Unsur-unsur utama biogas diantaranya metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), beberapa unsur lain seperti amonia (NH_3), hidrogen sulfida (H_2S), karbon monoksida (CO), hidrogen (H_2), nitrogen (N_2), dan oksigen (O_2). Komposisi biogas yang dihasilkan dari pencernaan anaerobik biasanya sekitar 60 - 70 % CH_4 , sekitar 30 - 40% CO_2 , kurang dari 1% N_2 , dan sekitar 10 - 2000 ppm H_2S . Biogas mudah terbakar karena kandungan gas metana didalamnya. Gas metana memiliki nilai kalor yang tinggi. Untuk gas metan murni (100 %) mempunyai nilai kalor 8900 Kkal/ m^3 . Ketika dibakar 1 ft^3 gas bio menghasilkan sekitar 10 BTU (2,52 Kkal) energi panas per persentase komposisi metan [2].

Gas metana menjadi unsur primer dan menjadi parameter utama dalam menentukan kualitas sebuah produk biogas. Sehingga biogas yang dihasilkan kurang maksimal bahkan masih mengandung gas H_2S dan gas CO_2 yang bersifat racun dan korosif.

Kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan beberapa perlakuan, yaitu dengan menghilangkan gas-gas pengotor pada biogas, terutama mereduksi kadar hidrogen sulfur

(H_2S) dan karbondioksida (CO_2), serta *Particulate Matter* (PM). Hal ini didasarkan pada beberapa hal, antara lain hidrogen sulfur mengandung racun dan zat yang menyebabkan korosi. Apabila proses pembakaran yang mengandung H_2S terus dilanjutkan, maka akan terbentuk sulfur acid (H_2SO_3) yang bersifat lebih korosif daripada H_2S . Pembakaran gas yang masih mengandung H_2S juga akan menghasilkan senyawa asam (H_2SO_4). Senyawa ini dapat menimbulkan kerugian besar karena bersifat korosif. Sedangkan karbondioksida (CO_2) memiliki sifat yang dapat menghambat proses pembakaran yang sempurna, beracun, dan dapat menyebabkan korosi. Untuk PM yang terkandung di dalam biogas dapat menyebabkan terhambatnya biogas dalam proses pembakaran, serta berbahaya bagi pernafasan manusia untuk PM dengan ukuran $2,5 - 10 \mu\text{m}$.

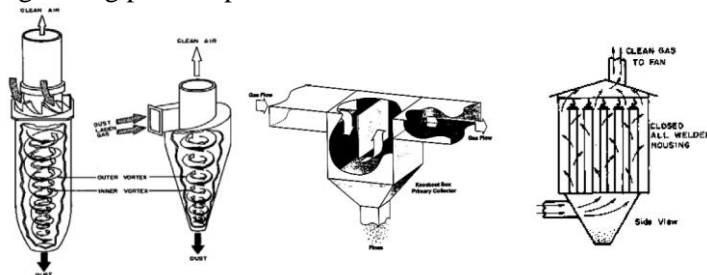
2.2 *Scrubber*

Dahulu *scrubber* merupakan bagian dari alat pengontrol polusi yang menggunakan liquid untuk membuang gas yang tidak dibutuhkan. Namun sekarang penggunaan *scrubber* lebih berkembang untuk memasukkan bahan aktif kedalam arus gas untuk ‘mencuci’ gas asam. Sehingga scrubber lebih dipergunakan sebagai pengontrol emisi gas asam. Terdapat 2 jenis *scrubber* yaitu *Dry Scrubber* dan *Wet Scrubber*. Perbedaan dari kedua jenis scrubber tersebut yaitu penggunaan fluida cair serta pengendalian temperaturnya.

2.2.1 *Dry Scrubber*

Dry Scrubber merupakan pengontrol polusi yang berlangsung dalam proses kering sehingga penggunaannya lebih banyak untuk partikel padat. Hal ini juga disebabkan karena dalam proses kerja *Dry Scrubber* hanya bisa memproses emisi padat seperti *fly ash* (partikel padat). Proses kerja dari *Dry Scrubber* tidak banyak berpengaruh terhadap pengendalian gas karena hanya fokus dalam pengendalian partikel padat. Prinsip

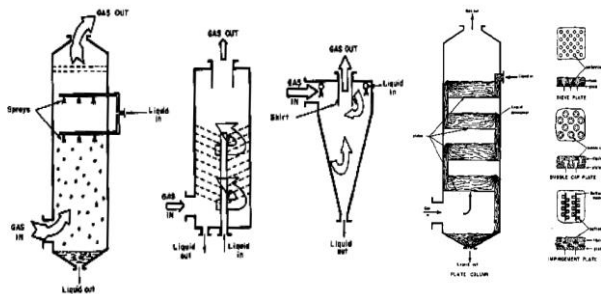
kerjanya yaitu dengan mengendalikan aliran gas yang mengandung partikel padat.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja *Dry Scrubber*[5]

2.2.2 *Water Scrubber*

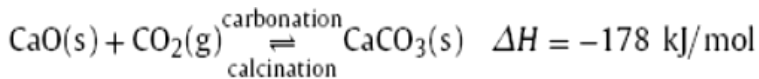
Sesuai dengan namanya, *Water Scrubber* menggunakan fluida cair pada proses kerjanya. Kebanyakan fluida yang digunakan adalah air. Hal inilah yang menjadi perbedaan antara *Dry Scrubber* dengan *Wet Scrubber*. Penggunaan fluida tersebut memberi kelebihan pada sistem *Water Scrubber* karena dapat mengontrol gas yang dapat larut seperti Sox, NOx, H₂S, yang pada *Dry Scrubber* polutan tersebut tidak dapat dikontrol dengan baik. Kelebihan yang lain yaitu kontrol temperatur karena pada sistem *Water Scrubber* terjadi penggabungan 2 jenis fluida yang berbeda temperaturnya. Untuk cara kerja *Water Scrubber* lebih efisien dibandingkan *Dry Scrubber* karena mampu menangkap partikel dalam bentuk kecil serta dapat mengikat gas. Cara kerjanya yaitu mengalirkan fluida cair pada aliran gas sehingga langsung difiltrasi oleh fluida cair tersebut.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja *Water Scrubber*[6]

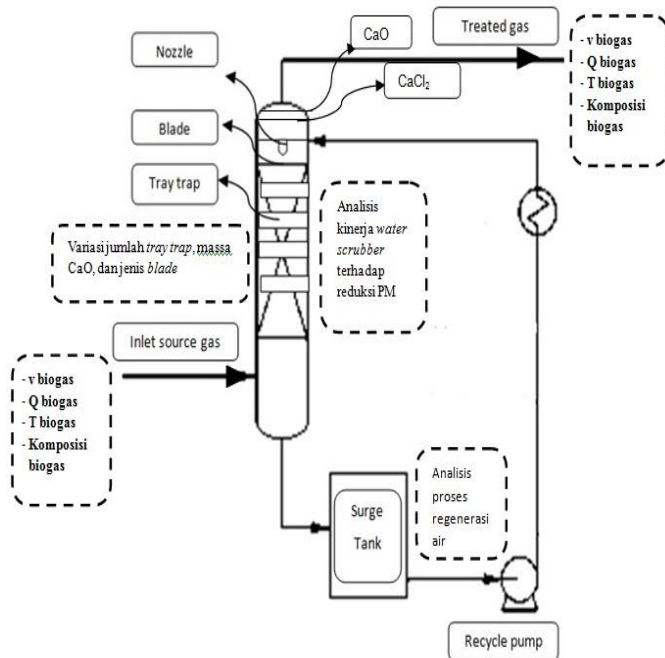
2.3 Purifikasi Biogas dengan *Water Scrubber System*

Bahan yang digunakan untuk proses pemurnian biogas adalah CaO dalam proses adsorpsi dan air dalam sistem *water scrubber*. Kapur yang dihasilkan dari proses kalsinasi batuan kapur memiliki 2 bentuk senyawa kalsium, yaitu CaO dan Ca(OH)₂. CaO telah diidentifikasi sebagai zat yang paling potensial untuk menangkap CO₂ karena CaO berbasis adsorben. CaO berbasis adsorben untuk menangkap CO₂ melalui karbonasi-kalsinasi siklus yang banyak dipelajari pada teknologi pembangkit listrik *zero-emission*[7]. Dalam teknologi ini, CaO dapat digunakan berulang kali didasarkan pada reaksi *reversible* yang dapat direpresentasikan dalam persamaan di bawah ini:



Proses kalsinasi dapat menentukan karakteristik struktural keterbaruan CaO, yang merupakan sorben aktif untuk CO₂. Sintering selama siklus akan terus berulang mengalami kalsinasi dan karbonasi dengan kapur

Dalam upaya reduksi H₂S dan PM digunakan salah satu mekanisme *Wet Scrubber*, yaitu sistem *Water Scrubber* yang diletakkan di dalam kolom alat purifikasi biogas. Pada *Wet Scrubber* prinsip kerjanya adalah dengan mengalirkan fluida cair pada aliran gas, sehingga gas yang mengalir akan difiltrasi oleh fluida cair tersebut. Beberapa cara yang ada pada *Wet Scrubber* untuk sistem distribusi fluida cair diantaranya adalah dengan proses *atomizing*, proses ini mengatomisasi fluida cair menjadi partikel-partikel yang didistribusikan dalam jumlah banyak sehingga sistem filtrasi terjadi secara merata. Metode pemurnian H₂S dengan *water scrubber* dapat terjadi karena H₂S mempunyai kelarutan yang tinggi dalam air, yaitu sekitar 3,5 gram gas per kg air pada suhu kamar. Sedangkan tingkat kelarutan CH₄ oleh air sangat rendah, yaitu sekitar 0,02 gram gas per kg air pada suhu kamar[8].

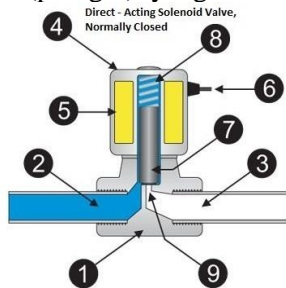


Gambar 2.3 Skema Alat Purifikasi dengan $CaCl_2$ dan *Water Scrubber System*[7]

Air yang mengandung H_2S dan CO_2 kemudian dapat diregenerasi dan dialirkan kembali ke dalam kolom alat purifikasi. Regenerasi dapat dilakukan dengan *de-pressurizing* atau melepaskan udara. Namun demikian, pelepasan udara tidak direkomendasikan ketika kandungan H_2S cukup tinggi karena udara ataupun air yang ada di sekitarnya dapat dengan cepat terkontaminasi H_2S [6]. Pelepasan udara yang berlebihan juga berbahaya karena biogas yang bercampur dengan udara dapat meledak jika konsentrasinya mencapai 6-12%.

2.4 Solenoid Valve

Solenoid valve atau katup listrik merupakan elemen control yang paling sering digunakan dalam suatu aliran fluida. Tugas mereka adalah untuk *shut off*, *release*, mengalirkan atau mencampurkan fluida. Mereka ditemukan di banyak area aplikasi dunia industri seperti *Oil & Gas*, *steam*, petrokimia, pengolahan limbah, dan sebagainya. *Solenoid Valve* bekerja secara *electromechanically* dimana mereka mempunyai kumparan (coil) sebagai penggerakannya. Ketika kumparan tersebut mendapatkan supply tegangan (AC atau DC) maka kumparan tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston (plunger) yang berada di dalamnya.



Gambar 2.4 Bagian *Solenoid Valve*

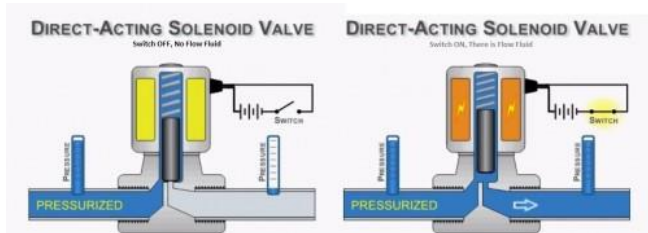
Ilustrasi di bawah ini menggambarkan komponen dasar dari sebuah *solenoid valve*.

Keterangan:

1. Valve Body
2. Inlet Port
3. Outlet Port
4. Coil (kumparan)
5. Coil Windings
6. Kabel *supply* tegangan
7. Piston
8. Spring
9. Orifice

Solenoid valve akan bekerja bila kumparan (*coil*) mendapatkan *supply* energi listrik maka kumparan tersebut akan

berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston (plunger) yang ada di dalamnya. Ketika piston tertarik ke atas maka fluida akan mengalir dari inlet *port* menuju outlet *port*.



Gambar 2.5 On/Off Condition Solenoid Valve[9]

Solenoid valve ini dibedakan dalam beberapa jenis, yaitu:

1. *Direct – Acting Solenoid Valve*
2. *Pilot Operated Valves (Servo-assisted)*
3. *2 Way Valves*
4. *3 Way Valves*
5. *4 way Valves*

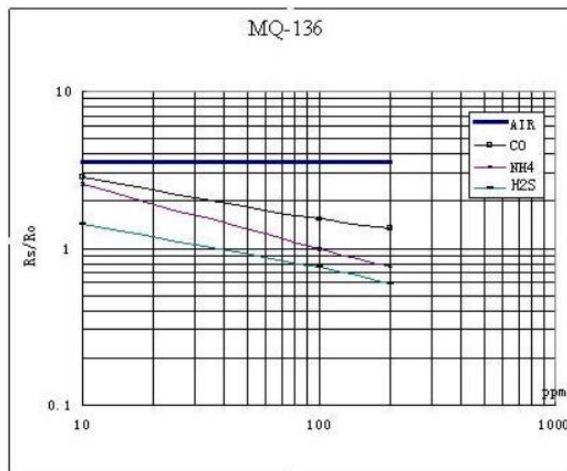
2.5 Sensor MQ-136

Sensor MQ-136 adalah suatu komponen semikonduktor yang berfungsi sebagai pengindera bau gas tin oksida (SnO_2). Sensor MQ-136 dapat dikatakan sebagai resistor dengan *Negative Pollution Coefficient* (NPC). Karena secara teknis sensor gas tersebut sama dengan resistor NPC, maka semakin tinggi konsentrasi gas yang tidak diinginkan, maka nilai hambatannya akan semakin rendah, sehingga tegangan keluaran akan semakin besar.



Gambar 2.6 Sensor MQ-136[10]

Sensor MQ-136 sangat peka terhadap gas yang mengandung hidrogen sulfida (H_2S). Hidrogen sulfida juga dikenal dengan nama sulfana, sulfur hidrida, gas asam (*sour gas*), *sulfurated hydrogen*, asam hidrosulfurik, dan gas limbah (*sewer gas*). Gas ini juga muncul pada gas yang timbul dari aktivitas gunung berapi dan gas alam. Sensor ini juga mempunyai sebuah pemanas (*heater*) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar agar sensor dapat bekerja kembali secara efektif.



Gambar 2.7 Grafik Karakteristik Sensor

Karakteristik sensitifitas sensor yang digunakan berdasarkan lembar data ditunjukkan **Gambar 2.7** Sumbu horisontal pada **Gambar 2.7** adalah konsentrasi gas (ppm) sedangkan sumbu vertikalnya adalah nilai R_s/R_o (Hanwei). Nilai R_s adalah nilai resistansi sensor pada saat mendapatkan paparan beberapa gas berbeda-beda sedangkan nilai R_o adalah nilai resistansi sensor pada saat menerima paparan H_2S sebesar 10 ppm di udara bersih. Dengan menggunakan informasi tegangan beban seperti **Gambar 3** besarnya resistansi sensor dapat ditentukan menggunakan persamaan (3.1). Nilai R_o secara definitif tidak tersedia pada lembar data. Nilai resistansi tersebut harus didapatkan melalui

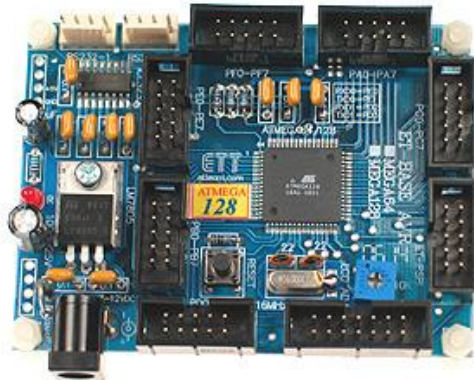
proses pengujian. Berdasarkan **Gambar 2.7**, pada saat paparan gas H₂S dengan konsentrasi 40 ppm, nilai R_S/R_O sebesar 1. Hal ini merupakan informasi sangat penting untuk mendapatkan nilai R_O. Pada saat tersebut nilai R_S sama dengan nilai R_O. Dengan menggunakan nilai tegangan beban terukur (V_{RL}) saat sensor dikondisikan dan memasukkannya pada persamaan (1) maka nilai R_O definitif dapat diperoleh.

$$R_S = \frac{V_C - V_{RL}}{V_{RL}} \cdot R_L \quad (2.1)$$

2.6 Mikrocontroller Atmega 128

Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah *chip* di mana di dalamnya sudah terdapat Mikroprosesor, I/O, Memori bahkan ADC, berbeda dengan Mikroprosesor yang berfungsi sebagai pemroses data .

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* atau dikenal dengan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing adalah kapasitas memori, *peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. Berikut ini gambar Mikrokontroler Atmega8535.



Gambar 2.8 Mikrokontroler ATmega128[11]

2.7 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu alat untuk *display* berbagai *character*. LCD ini mempunyai beberapa ukuran mengikuti bilangan *character* seperti 16x2. 16x2 *character* bermakna LCD tersebut mempunyai 16 kolom dan 2 baris. LCD ini mempunyai 16 *pin*.



Gambar 2.9 LCD *Character* 16x2

LCD karakter dalam pengendaliannya cenderung lebih mudah dibandingkan dengan LCD grafik. Namun ada kesamaan diantara keduanya, yaitu inisialisasi. Inisialisasi adalah prosedur awal yang perlu dilakukan dan dikondisikan kepada LCD agar LCD dapat bekerja dengan baik. Hal ini sangat penting ditentukan

dalam proses inisialisasi adalah jenis *interface* (antar muka) antara yang dapat digunakan dalam pengendalian LCD karakter.

Untuk dapat mengendalikan LCD karakter dengan baik, tentu perlu koneksi yang benar. Koneksi yang benar dapat diwujudkan dengan cara mengetahui *pins* antarmuka yang dimiliki oleh LCD karakter tersebut yaitu seperti pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.10 Penunjukkan Kolom dan Baris pada LCD 16x2[11]

Keterangan:

1. *Pin* 1 dihubungkan ke *Ground*.
2. *Pin* 2 dihubungkan ke *Vcc (+5V)*.
3. *Pin* 3 dihubungkan ke bagian tengah potensiometer sebagai pengatur kontras.
4. *Pin* 4 untuk *Register Selection (RS)*. Jika diberi nilai logika 1 (*High*) = *display* data dan jika diberi nilai logika 0 (*Low*) = *Write Operational*.
5. *Pin* 5 digunakan untuk mengatur fungsi LCD. Jika di-*set* ke logika 1 (*high*, +5V) maka LCD berfungsi untuk membaca data, jika *pin* ini di-*set* ke logika 0 (*low*, 0V) akan berfungsi untuk menulis data.
6. *Pin* 6 adalah terminal *enable (Enable Signal)*. Berlogika 1 setiap kali pengiriman atau pembaca data.
7. *Pin* 7 – 14 adalah saluran dua arah (*bi-directional*) data 8 *bit* dan 4 *bit bus data* (untuk 4 *bit pin* data yang digunakan *pin* 11 – 14).
8. *Pin* 15 dan 16 adalah tegangan untuk menyalakan LCD.

2.8 Software Code Vision AVR

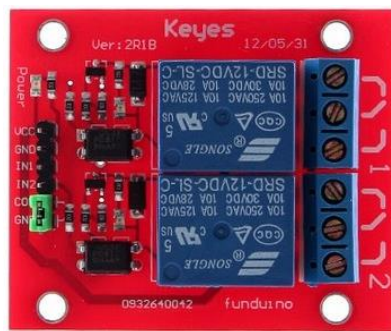
Code Vision AVR merupakan sebuah *cross-compiler C, Integrated Development Environment (IDE)*, dan *Automatic Program Generator* yang didesain untuk mikrokontroler buatan Atmel seri AVR. *Code Vision AVR* dapat dijalankan pada sistem operasi Windows 95, 98, Me, NT4, 2000, dan XP. *Cross-compiler C* mampu menerjemahkan hampir semua perintah dari bahasa ANSI C, sejauh yang diizinkan oleh arsitektur dari AVR, dengan tambahan beberapa fitur untuk mengambil kelebihan khusus dari arsitektur AVR dan kebutuhan pada sistem *embedded*.

File object COFF hasil kompilasi dapat digunakan untuk keperluan *debugging* pada tingkatan C, dengan pengamatan variabel, menggunakan *debugger Atmel AVR Studio*. IDE mempunyai fasilitas internal berupa *software AVR Chip In-System Programmer* yang memungkinkan untuk melakukan *transfer* program kedalam *chip* mikrokontroler setelah sukses melakukan kompilasi/asembli secara otomatis. *Software In-System Programmer* didesain untuk bekerja dengan *Atmel STK500/AVRISP/AVRProg*, *Kanda System STK200+/300*, *Dontronics DT006*, *Vogel Elektronik VTEC-ISP*, *Futurlec JRAVR* dan *Micro Tronics ATCPU/Mega2000 programmers/development boards*[10].

2.9 Driver Relay

Relay merupakan salah satu komponen yang dapat digunakan dalam pensaklaran. Switching dapat dilakukan terhadap suatu beban dengan tegangan dan daya tinggi berdasarkan input sinyal yang lebih rendah. Pensaklaran dengan menggunakan relay dilakukan secara mekanik dengan memanfaatkan medan magnet yang akan rangkaian beban ON atau OFF dengan pemberian energi elektromagnetis. Relay mempunyai variasi aplikasi yang luas baik pada rangkaian listrik maupun elektronis, misalnya digunakan pada control dari kran-daya cairan dan di banyak control urutan mesin, misalnya operasi pemboran (tanah), pemboran plat. Relay biasanyai hanya memiliki satu kumparan

tetapi relay dapat mempunyai beberapa kontak. Relay elektromekanis berisi kontak diam dan kontak bergerak. Kontak yang bergerak dipasang pada plunger. Kontak ditunjuk sebagai normally open (NO) dan normally close (NC). Apabila kumparan diberi tenaga, terjadi medan elektromekanis. Aksi pada medan pada gilirannya menyebabkan plunger bergerak pada kumparan menutup kontak NO dan membuka kontak NC. Jarak gerak plunger pendek sekitar $\frac{1}{4}$ in atau kurang.



Gambar 2.11 Driver Relay

Driver relay ini digunakan untuk menghubungkan port paralel pada komputer dengan hardware luar berupa pengaktifan relay. Disini driver relay menggunakan transistor sebagai penguat arus, karena outputan arus dari PC tidak mampu untuk menggerakkan relay. Disamping itu digunakan juga optocoupler sebagai pelindung PC dari terjadinya arus balik yang dapat merusak komponen dalam komputer[12].

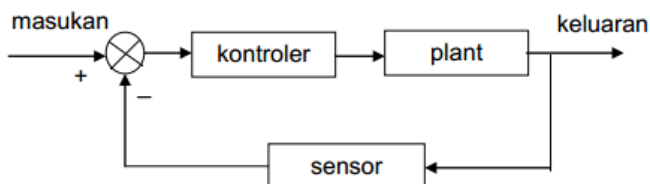
2.10 Sistem Pengendalian

Sistem kontrol adalah proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga (*range*) tertentu. Di dalam industri, dituntut suatu proses kerja yang aman dan berefisiensi tinggi untuk menghasilkan produk dengan kualitas dan kuantitas yang baik.

Suatu sistem kontrol otomatis dalam suatu proses kerja berfungsi mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia (otomatis). Ada dua sistem kontrol pada sistem kendali/kontrol otomatis yaitu :

Suatu sistem kontrol yang sinyal keluarannya memiliki pengaruh langsung terhadap aksi pengendalian yang dilakukan. Sinyal *error* yang merupakan selisih dari sinyal masukan dan sinyal umpan balik (*feedback*), lalu diumpankan pada komponen pengendalian (*controller*) untuk memperkecil kesalahan sehingga nilai keluaran sistem semakin mendekati harga yang diinginkan.

Keuntungan sistem loop tertutup adalah adanya pemanfaatan nilai umpan balik yang dapat membuat respon sistem kurang peka terhadap gangguan eksternal dan perubahan internal pada parameter sistem. Kerugiannya adalah tidak dapat mengambil aksi perbaikan terhadap suatu gangguan sebelum gangguan tersebut mempengaruhi nilai prosesnya.



Gambar 2.12 Diagram Blok *Close Loop*

Istilah-istilah yang perlu diketahui dalam sistem otomasi adalah sebagai berikut:

- a. Proses: Tatanan peralatan yang mempunyai suatu fungsi tertentu.
- b. *Controlled Variable*: besaran atau variabel yang dikendalikan.
- c. *Manipulated Variable*: input dari suatu proses yang dapat dimanipulasi agar *controlled variable* sesuai set poin.
- d. *Sensing Element*: bagian paling ujung dari sistem pengukuran yang berupa sensor.
- e. *Transmitter*: untuk membaca sinyal sensing element dan mengubah menjadi sinyal yang dapat dipahami kontroler.
- f. *Measurement Variable*: sinyal yang keluar dari transmitter.
- g. *Set Point*: besar proses variabel yang dikehendaki.
- h. *Controller*: elemen yang melakukan tahapan mengukur-membandingkan-menghitung-mengkoreksi
- i. *Final Control Element*: bagian akhir dari instrumentasi sistem pengendalian yang berfungsi mengubah *measurement variable* dengan cara *manipulated variable* berdasarkan perintah kontroler[13].

2.11 Karakteristik Statik

Karakteristik statik pengukuran merupakan karakteristik yang ditentukan melalui perhitungan matematik atau secara grafik. Karakteristik statik merupakan karakter yang menggambarkan parameter dari sebuah instrument pada saat keadaan *steady*[14]. Karakteristik statik terdiri dari:

a. *Range*

Range merupakan selisih antara nilai minimum dan maksimum yang terukur oleh suatu instrument atau alat ukur.

b. *Akurasi*

Akurasi merupakan tingkat ketelitian suatu alat dalam memberikan hasil pengukuran.

c. *Toleransi*

Toleransi menunjukkan kesalahan maksimum yang diperbolehkan pada hasil pembacaan alat ukur.

d. Sensitivitas

Sensitivitas menunjukkan perubahan output instrument yang terjadi saat diberi kualitas pengukuran yang berbeda. Sensitivitas diperoleh dari $\Delta O / \Delta I$, dimana O adalah output dan I adalah input.

e. *Repeatability*

Repeatability merupakan kemampuan *instrument* dalam menampilkan ulang output pengukuran yang sama pada pengukuran yang berulang.

f. Linearitas

Linearitas merupakan grafik yang menampilkan pengukuran nilai sebenarnya (input) yang dapat menghasilkan output nilai yang ditunuukkan oleh instrument (output). Pengukuran yang baik adalah ketika inut pengukuran dan output pengukuran berbanding lurus (linear). Linearitas dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$O - O_{\min} = \frac{O_{\max} - O_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} (I - I_{\min}) \quad (2.2)$$

Persamaan Linearitas :

$$O_{\text{ideal}} = KI + a \quad (2.3)$$

Dimana:

$$K = \frac{O_{\max} - O_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \quad (2.4)$$

Dan

$$a = O_{\min} - KI_{\min} \quad (2.5)$$

dimana :

$$O = 1.6 \times 10^{-3}I + 4.0 \quad (2.6)$$

2.12 Teori Ketidakpastian

Ketidakpastian pengukuran merupakan tingkat seberapa besar ketidakpastian yang dihasilkan oleh suatu alat ukur. Dalam

menghitung ketidakpastian pengukuran ada beberapa langkah yang harus dihitung, antara lain:

a. Koreksi

Koreksi dapat diperoleh dengan persamaan berikut

Koreksi = Pembacaan standard-Pembacaan alat

b. Standard deviasi

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (D_i - D')^2}}{n-1} \quad (2.7)$$

dimana :

D_i = koreksi alat ukur

D' = rata-rata koreksi

n = Banyak range pengukuran

c. Analisa Type A, (U_a)

Pada analisa tipe A ini hasilnya diperoleh dari data pengukuran. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$U_{a1} = \frac{\sigma_{maks}}{\sqrt{n}} \quad (2.8)$$

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} \quad (2.9)$$

d. Analisa Type B, (U_b)

Analisa tipe B ini diperoleh berdasarkan sertifikat kalibrasi atau spesifikasi dari alat ukur. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$U_{b1} = \frac{Resolusi/2}{\sqrt{3}} \quad (2.10)$$

Dimana :

SSR = *Sum Square Residual*

$$U_{b2} = \frac{\alpha}{k} \quad (2.11)$$

e. Ketidakpastian Kombinasi (U_c)

U_c merupakan Ketidakpastian kombinasi dari ketidakpastian tipe A dan ketidakpastian tipe B. Adapun persamaan dari ketidakpastian kombinasi adalah: $U_c =$

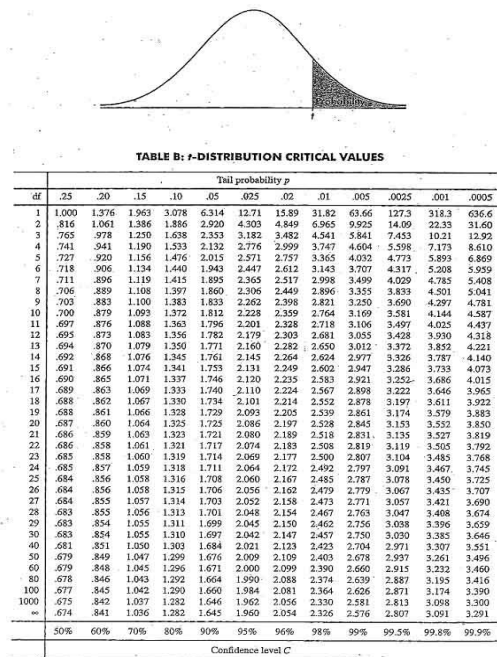
$$\sqrt{U_{a1}^2 + U_{a2}^2 + U_{b1}^2 + U_{b2}^2} \quad (2.12)$$

f. Ketidakpastian Diperluas

Hasil akhir kalibrasi adalah ketidakpastian diperluas sehingga alat ukur tersebut dapat diketahui ketidakpastiannya melalui *Uexpand*. Persamaan *Uexpand* adalah:

$$U_{\text{expand}} = k \cdot U_c \quad (2.13)$$

Untuk mencari nilai k , maka melihat table t student sesuai dengan *confidence level* 95%. Tabel T *student* dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.13 Tabel T-student

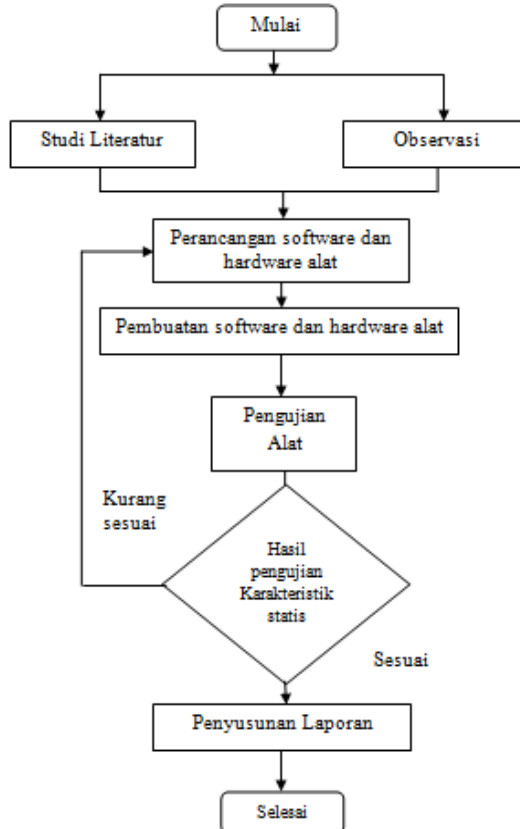
g. V efektif

$$V_{\text{eff}} = \frac{\sum (U_c)_i^4}{\sum U_c^4} \quad (2.14)$$

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

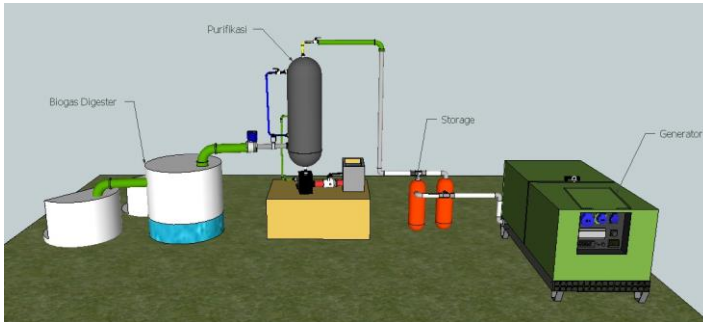
3.1. Diagram Alir (*Flowchart*)

Tahapan penelitian Tugas Akhir ini, secara umum dapat digambarkan dalam *flowchart* seperti dibawah ini :



Gambar 3.1 *Flowchart* Tugas Akhir

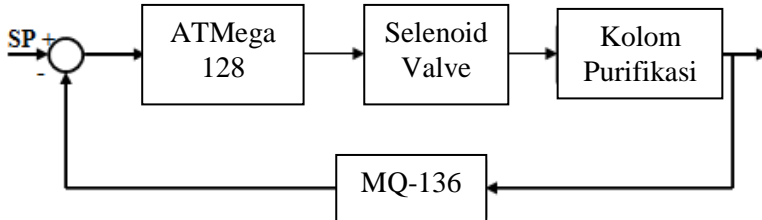
Desain *plant* Purifikasi Biogas dibuat sedemikian rupa dimana perencanaan kontrol kadar gas H_2S pada purifikasi biogas yang akan dibuat.



Gambar 3.2 Desain *Plant* Purifikasi Biogas

3.2 Perancangan Sistem Kontrol H_2S

Rancang bangun sistem kontrol kadar gas H_2S pada kolom purifikasi biogas terdiri dari beberapa komponen diantaranya sensor, controller dan aktuator. Adapun dapat dijelaskan pada tabel dibawah ini:



Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Kontrol Kadar Gas H_2S

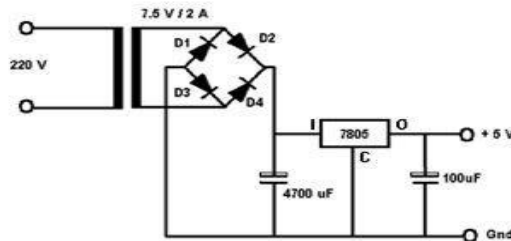
Sistem kontrol H_2S ini bertujuan untuk membuka dan menutup valve pada *solenoid valve* dengan ketentuan sesuai *set point*. Pada *plant* ini *solenoid valve* yang dibutuhkan berjumlah 2 yaitu *solenoid valve* A, dan B dengan *set point* yang digunakan sebesar 1ppm, hal ini dikarenakan untuk menjaga agar hasil kadar gas H_2S pada biogas sesuai dengan batas radiasi H_2S yang diijinkan dilingkungan. *Solenoid valve* A akan membuka ketika kadar gas H_2S kurang dari sama dengan 1ppm dan akan menutup ketika kadar gasnya lebih dari 1ppm. Sedangkan untuk solenoid B

akan membuka ketika kadar gas H_2S lebih dari 1ppm dan akan menutup ketika kadar gasnya kurang dari sama dengan 1ppm.

3.3 Rangkaian Power Supply

Power supply merupakan sumber tenaga yang dibutuhkan suatu rangkaian elektronika untuk bekerja. Besar *power supply* ini tergantung oleh spesifikasi dari alat masing-masing. Pada perancangan sistem pengendali ini *power supply* digunakan untuk men-supply rangkaian mikrokontroler ATmega8535, rangkaian *sensor pressure* MPX5500DP, modul relay, dan LCD 16x2.

Pada rangkaian *power supply* pada umumnya sering menggunakan IC regulator dalam mengontrol tegangan yang diinginkan. Regulator tegangan menjadi sangat penting gunanya apabila mengaplikasikan *power supply* tersebut untuk rangkaian-rangkaian yang membutuhkan tegangan yang sangat stabil. Misalkan untuk sistem *digital*, terutama untuk mikrokontroler yang sangat membutuhkan tegangan dan arus yang stabil.

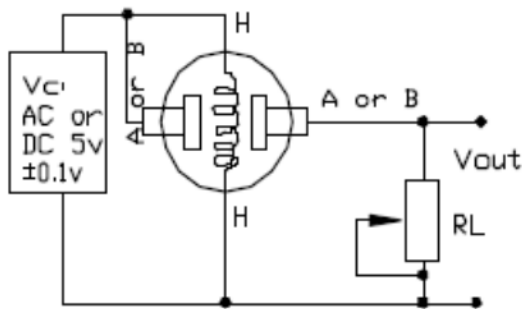


Gambar 3.4 Power Supply 5 Volt

Power supply untuk tegangan DC digunakan sebagai *supply* untuk perangkat yang membutuhkan tegangan DC 12 V dan 5 V. IC regulator yang umum digunakan untuk mengontrol tegangan adalah IC keluarga 78XX. IC ini dapat mengontrol tegangan dengan baik. Keluaran tegangan yang diinginkan tinggal melihat tipe yang ada. Misalkan tipe 7805 dapat memberikan keluaran tegangan 5 V dengan toleransi ± 1 dengan arus keluaran maksimal 1500 mA.

3.4 Perancangan Sensor Kadar Gas H₂S MQ-136

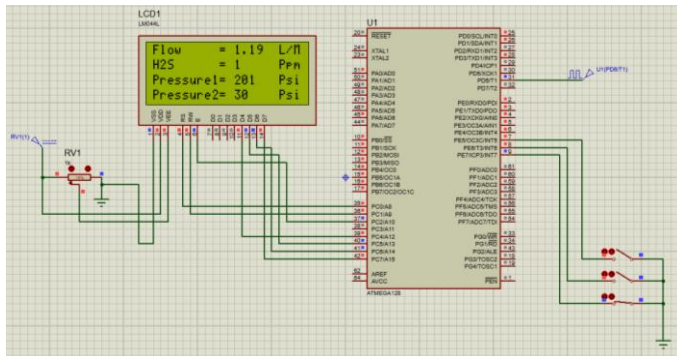
Sensor MQ-136 merupakan sensor yang digunakan untuk mengetahui kadar gas H₂S dalam lingkungan, berdasarkan datasheetnya sensor ini dapat mendeteksi kadar gas H₂S pada lingkungan dengan besar kadar gas H₂S 1-100ppm. Sensor yang digunakan memiliki dua bagian, yaitu pemanas (*heater*, H) dan elektroda sensor (terminal A dan B). *Heater* dipergunakan untuk mengkondisikan suhu sensor. Tegangan tahanan beban (V_{RL}) merupakan tegangan yang akan dibaca oleh sistem mikrokontroler yang selanjutnya akan digunakan untuk menentukan kadar konsentrasi gas yang diukur.



Gambar 3.5 Skematik Sensor Kadar Gas H₂S MQ-136[10]

3.5 Perancangan Tampilan LCD 20x4

Modul LCD (*Liquid Crystal Display*) yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah modul LCD yang dapat menampilkan 20x4 karakter, yaitu 20 karakter untuk kolom dan 4 karakter untuk baris.



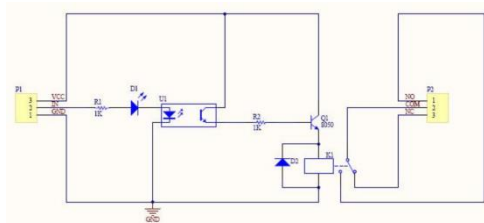
Gambar 3.6 Rangkaian LCD 20x4

Pada gambar rangkaian 3.5 tersebut, kaki-kaki dari rangkaian LCD dihubungkan ke port C mikrokontroler. Pin 1 dihubungkan ke Vcc (5V), pin 2 dan 16 dihubungkan ke Gnd (*Ground*), pin 3 merupakan pengaturan tegangan *Contrast* dari LCD, pin 4 merupakan *Register Select* (RS), pin 5 merupakan R/W (*Read/Write*), pin 6 merupakan *Enable*, pin 11-14 merupakan data. *Reset*, *enable*, R/W dan data dihubungkan ke mikrokontroller ATmega128. Fungsi dari potensiometer dalam rangkaian 3.14 tersebut adalah untuk mengatur gelap/terangnya (*brightness*) karakter yang ditampilkan pada LCD. Rangkaian LCD ini digunakan sebagai penampil data *flow-inlet* pada purifikasi biogas.

3.6 Rangkaian Driver Relay

Fungsi dari *relay* dalam *plant* kontrol ini sendiri adalah sebagai konversi dari *output* ATmega128 menuju aktuator (*Solenoid Valve*). Keluaran dari ATmega128 sendiri adalah 5 VDC sedangkan yang dibutuhkan oleh aktuator (*solenoid valve*) adalah 12 VDC. Maka dari itu dibutuhkan *modul relay* untuk mengkonversi dari 5 VDC menjadi 12 VDC. Adapun cara pengujian driver relay ini adalah memberikan inputan pada rangkaian driver relay yang dengan inputan plus-ground karena relay ini terdiri 2 buah dimana relay pertama bertindak sebagai

selector, kemudian relay kedua bertindak sebagai pengatur vreff dari sensor dan yang terakhir bertindak sebagai output ke solenoid valve.



Gambar 3.7 Rangkaian Modul Relay

3.7 Perancangan *Solenoid Valve*

Pada bagian rancang bangun kontrol *pressure* ini terdapat 4 *solenoid valve* yang terletak pada *input* dan *output hydrogen storage*, dengan spesifikasi *solenoid valve* yaitu, *supply* tegangan sebesar 12 VDC, *range pressure* sebesar 0-0,7 Mpa, dan *range suhu* sebesar -5°C - 80°C . Dalam *plant hydrogen storage* ini, *solenoid valve* berfungsi untuk mengalirkan fluida yang berupa gas ke *mixing process tank*.



Gambar 3.8 *Solenoid Valve*

3.8 Pembuatan Alat

Perakitan perangkat keras dan pembuatan program dari sistem monitoring dan penyimpanan data. Pada tahap ini dilakukan pemasangan rangkaian dengan sensor. Sensor yang terpasang kemudian dihubungkan dengan mikrokontroler

kemudian *display* hasil pembacaan sensor dengan menggunakan LCD.

Pada tahap pembuatan alat ini akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pembuatan hardware alat dan pembuatan software alat. Untuk pembuatan hardware terdiri dari pembuatan elektik dan mekanik pada alat, sedangkan pembuatan software berisi langkah-langkah cara mengkodekan mikrokontroler agar sistem control dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

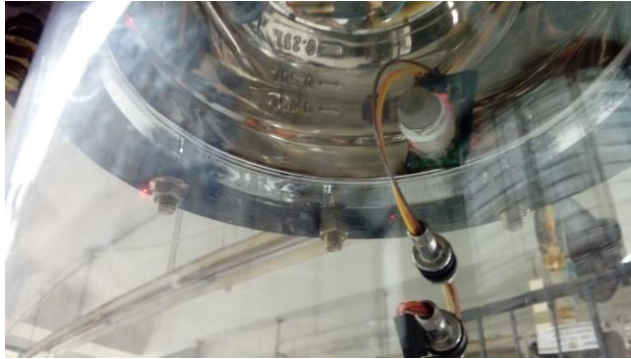
3.8.1 Pembuatan Hardware Alat



Gambar 3.9 Plant Purifikasi Biogas

Tabel 3.1 Alokasi Port yang digunakan

No.	Port	Fungsi
1.	PortC	LCD
2.	PortF.4	Sensor H2S (Control)

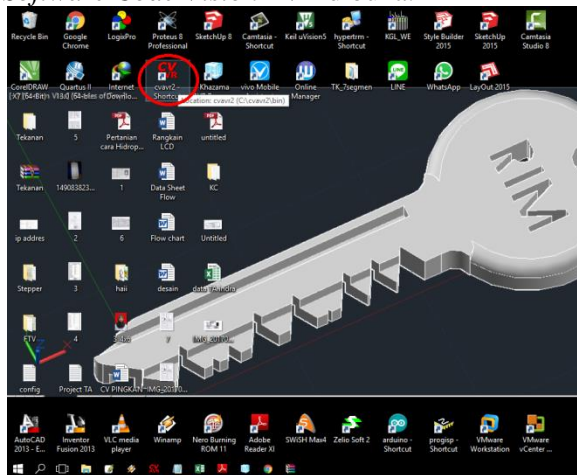


Gambar 3.10 Realisasi Peletakan Sensor

3.8.2 Pembuatan Software Alat

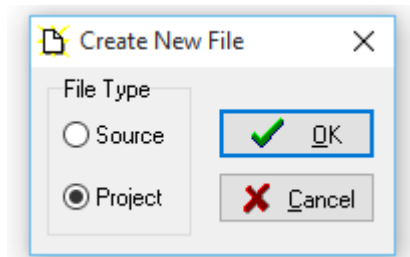
Kemudian untuk pemrograman menggunakan *software Code Vision AVR* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) *Software Code Vision AVR* dibuka.



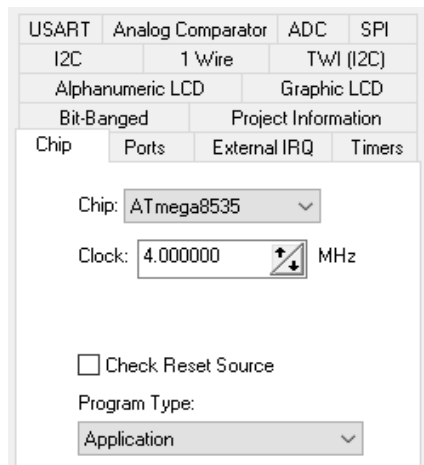
Gambar 3.11 *Software Code Vision AVR*

- 2) *File* dipilih, kemudian *New* dipilih. Kemudian akan muncul gambar seperti dibawah ini.



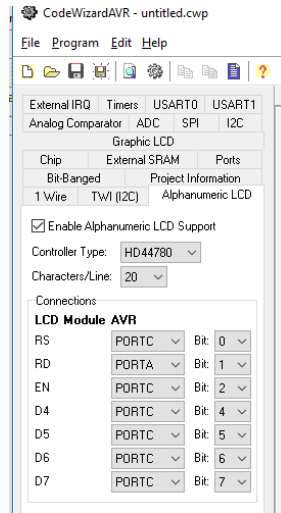
Gambar 3.12 *Create New File*

- 3) Pada *File Type*, *Project* dipilih, kemudian OK dipilih.
- 4) Pada *Chip*, ATmega128 dipilih dan pada frekuensi *clock* dipilih 4 MHz.



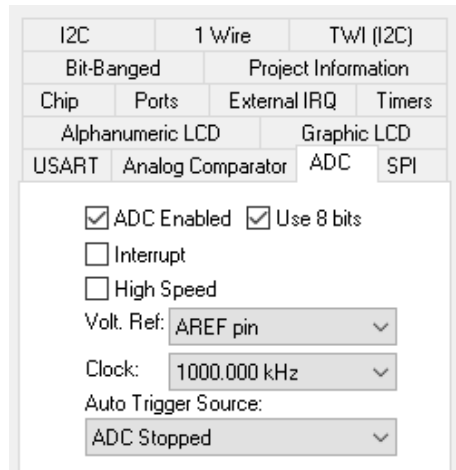
Gambar 3.13 *Chip pada Code Vision AVR*

- 1) Pada *Alphanumeric LCD*, *Enable Alphanumeric LCD Support* dipilih, kemudian pada *Characters/Line* dipilih 20, dan pada *LCD Module AVR* dipilih *PORTC*.



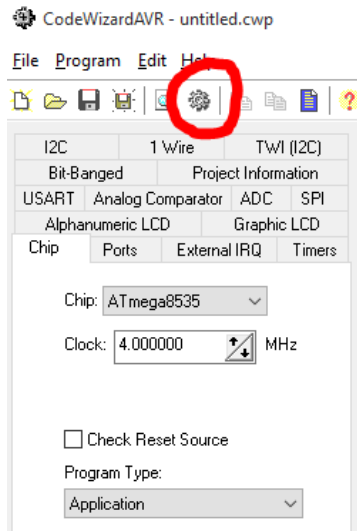
Gambar 3.14 Alphanumeric LCD pada Code Vision AVR

- 2) Pada ADC, ADC Enable dipilih dan Use 8 bits dipilih.



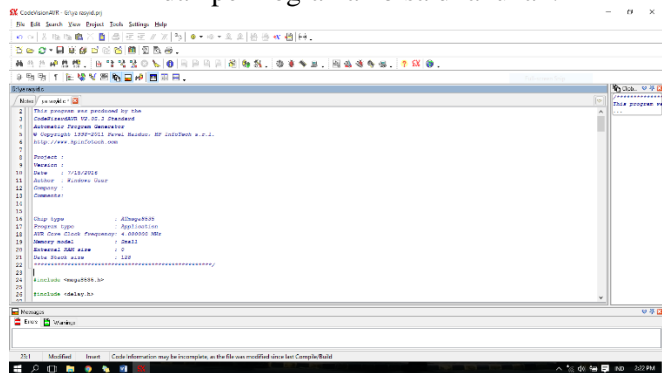
Gambar 3.15 ADC pada Code Vision AVR

- 3) Kemudian tombol seperti dibawah ini dipilih.



Gambar 3.16 Tombol *Generate*

- 4) Setelah itu akan muncul program yang telah diatur dan pemrograman bisa dilakukan.



Gambar 3.17 Tampilan Awal Program

- 5) Setelah selesai menyusun program, program dapat di-*compile*

Pembacaan nilai kadar gas H₂S akan ditampilkan pada LCD 16x2 sebagai *display*. Pada *plant* purifikasi biogas ini digunakan *set point* 3ppm, dengan *solenoid valve* sebagai aktuator. Berikut *listing* program yang digunakan dalam pemrograman *Code Vision AVR* sesuai sistem pada sub bab 3.4.

[illegible]

Gambar 3.18 Listing Program Sistem kontrol kadar gas H₂S

BAB IV

HASIL DATA DAN PEMBAHASAN

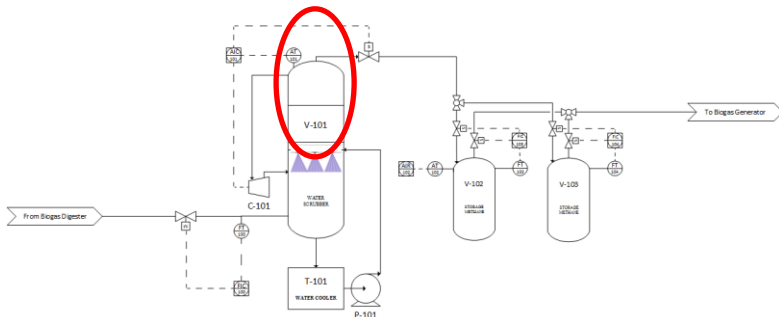
4.1 Hasil Rancang Bangun

Berikut merupakan hasil perancangan sistem pengendalian kadar gas H_2S pada kolom purifikasi biogas dengan menggunakan metode *water scrubber system* dan $CaCl_2$ berbasis *microcontroller* ATmega128.



Gambar 4.1 *Purification Biogas Plant*

Pada proses pengendalian kadar gas H_2S pada kolom purifikasi biogas ini digunakan 1 buah *sensor*. *Sensor* yang digunakan pada proses pengendalian ini adalah *sensor* MQ-136 dimana mempunyai *range* sebesar 1-100ppm.



Gambar 4.2 Penempatan *Sensor* MQ-136

Sensor MQ-136 dipasang pada tabung seperti yang terlihat pada gambar 4.1, AT101 berupa *sensor MQ-136*. *Solenoid Valve A (SV A)* terletak di bagian atas tabung purifikasi sebagai *output* kolom purifikasi biogas. *Solenoid Valve B (SV B)* terletak di *output* kompresor yang digunakan sebagai *looping* gas biogas. AIC101 merupakan *controller* berupa *microcontroller* ATMega128.

4.2 Pengujian Sensor Kadar Gas H₂S

Untuk mendapatkan nilai hasil pembacaan ppm diperlukan pengambilan nilai RO yang merupakan nilai RS pada konsentrasi gas H₂S sebesar 40 ppm berdasarkan persamaan 2.1.

$$RS = \left(\frac{5}{V_{RL}} - 1 \right) \times RL$$

Keterangan :

RS = Resistansi Sensor

VRL = Tegangan Sensor

RL = Load resistance (adjustable)

pada saat 40ppm didapatkan nilai tegangan sebesar 1,681volt, maka dari persamaan 4.1 dapat dicari nilai RS sebagai berikut :

$$RS = \left(\frac{5}{1.681} - 1 \right) \times 53$$

$$RS = 1.9744199881 \times 53$$

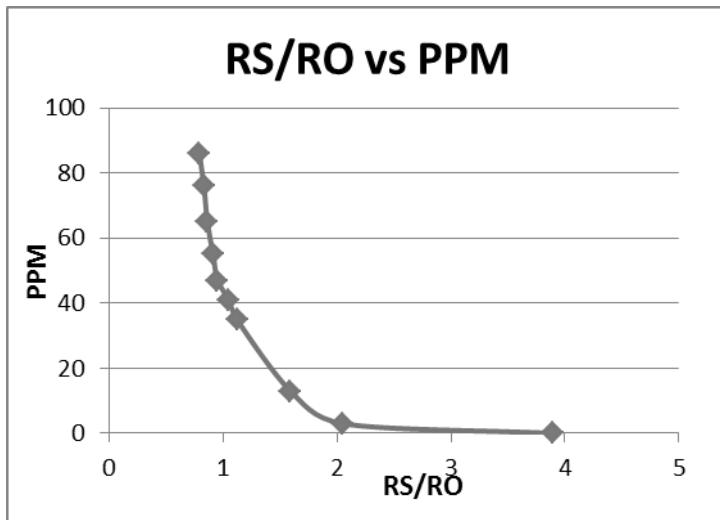
$$RS = 104.611$$

Didapatkan nilai RO = 104.611 dengan RL = 53. Nilai PPM didapatkan dengan cara menghitung persamaan regresi dari nilai RS/RO dengan PPM. Dari hasil perhitungan diatas didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Sensor MQ-136

No.	RS/RO	PPM Standard
1	3.89	0
2	2.05	3
3	1.59	13
4	1.12	35
5	1.05	41
6	0.95	47
7	0.91	55
8	0.86	65
9	0.83	76
10	0.79	86

Dari hasil pengukuran tersebut dapat dilihat hasil grafik dari perbandingan nilai alat uji dan alat standart. Dibawah ini adalah grafik hasil pengujian MQ-136 yang telah dilakukan :

**Gambar 4.3** Grafik perbandingan RS/RO terhadap PPM

Dari grafik diatas didapatkan nilai persamaan regresi sensor gas MQ-136. Adapun persamaan regresi tersebut adalah sebagai berikut:

$$PPM = 39.996\left(\frac{RS}{RO}\right)^{-3.303} \quad (4.1)$$

Dari persamaan regresi tersebut dapat dilakukan pengujian kadar gas H_2S pada rentang 1.02 – 34.06ppm. pada setiap kenaikan, diambil data sebanyak 22 data. Alat standar yang digunakan untuk pembandingan alat adalah *gas detector* sedangkan alat yang digunakan untuk pembacaan kadar gas H_2S yaitu sensor MQ-136. Data dari pengujian alat dapat dilihat pada tabel 4.2

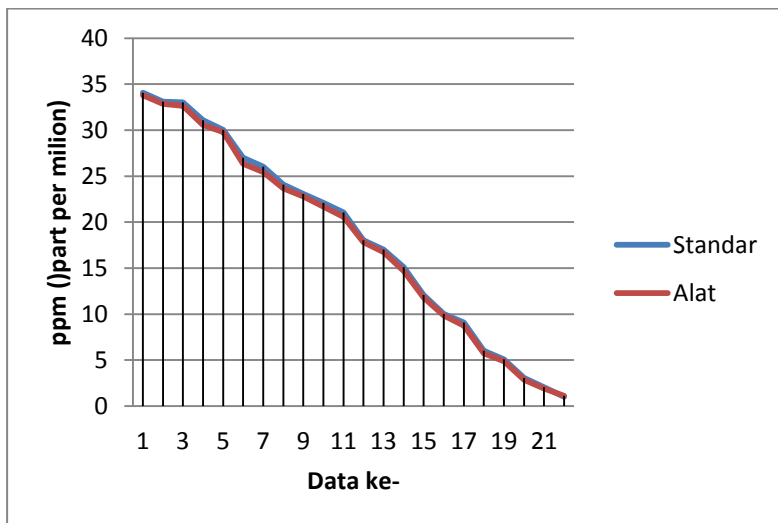
Tabel 4.2 Data Pengujian Alat

No.	Hasil Ukur Konsentrasi H_2S (ppm)		Koreksi
	Pembacaan Standar	Pembacaan Alat	
1	34	33.78	0.28
2	33	32.85	0.23
3	33	32.65	0.39
4	31	30.54	0.54
5	30	29.78	0.25
6	27	26.34	0.68
7	26	25.45	0.59
8	24	23.65	0.43
9	23	22.79	0.28
10	22	21.69	0.4
11	21	20.58	0.49
12	18	17.82	0.20
13	17	16.74	0.27
14	15	14.68	0.41
15	12	11.79	0.27
16	10	9.86	0.15
17	9	8.74	0.34
18	6	5.75	0.28

Tabel 4.2 Lanjutan Data Pengujian Alat

No.	Hasil Ukur Konsentrasi H ₂ S (ppm)		Koreksi
	Pembacaan Standar	Pembacaan Alat	
19	5	4.89	0.18
20	3	2.87	0.21
21	2	1.92	0.13
22	1	1.11	0.09
Σ	402	396.27	7.09
Rata-rata	18.32636	18.01227	0.322273

Dari tabel 4.2 diatas, menghasilkan grafik pembacaan alat standar dan pembacaan alat sebagai berikut:

**Gambar 4.4** Grafik Pembacaan Standar dan Pembacaan Alat

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa pembacaan alat sudah mendekati dengan standar. Namun masih terdapat beberapa titik yang masih terdapat *error* pembacaan. Berdasarkan data yang

telah didapatkan dari pengujian alat, maka dapat diperoleh karakteristik dari alat ukur kadar gas H₂S sebagai berikut:

- *Range* : 1 – 100 ppm
- *Span* : 99
- *Resolusi* : 0.01
- *Sensitivitas* : 0,02 V/ppm
- *Non-linieritas* : 2.24 %
- *Akurasi* : 1.32%

Berikut ini hasil perhitungan nilai karakteristik statik kadar gas CH₄ berdasarkan data pada tabel 4.2:

- *Sensitivitas* $= \frac{\Delta Output}{\Delta Input} = \frac{(2.00-0)V}{(100-1)ppm} = 0,02 \text{ V/ppm}$
- *Non-linieritas*

$$O_{Ideal} = KI + \alpha$$

Dengan K adalah kemiringan garis:

$$\begin{aligned} K &= \frac{O_{max} - O_{min}}{I_{max} - I_{min}} \\ &= \frac{33.78 - 1.11}{34 - 1} \\ &= 0,99 \end{aligned}$$

Dan α adalah pembuat nol (*zero bias*):

$$\begin{aligned} \alpha &= O_{min} - KI_{min} \\ &= 1.11 - (0,99 \times 1) \\ &= -0,12 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai Non-linieritas:

$$\begin{aligned} N &= \frac{[O - KI + \alpha]_{max}}{O_{max} - O_{min}} \times 100\% \\ &= \frac{0.535}{56,15 - 32,28} \times 100\% \\ &= 2,24 \% \end{aligned}$$

- Akurasi

$$\text{Akurasi} = \frac{(100\%)}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t}$$

dengan

X_t = Data pembacaan standar

F_t = Data pembacaan alat

n = Jumlah data

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= \frac{(100\%)}{22} \sum_{t=1}^n 0.291 \\ &= 1.32\% \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan hasil pengukuran kalibrasi untuk mencari nilai ketidakpastian alat ukur, dimana kalibrasi dilakukan di ruangan terbuka:

a. Nilai Ketidakpastian *Type A*:

$$\begin{aligned} \sigma (\text{Standar Deviasi}) &= \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \\ \sigma &= 1.23 \end{aligned}$$

Sehingga nilai ketidakpastian hasil pengukuran:

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$U_{a1} = \frac{1.23}{\sqrt{22}} = 0.26$$

$$\text{Sedangkan nilai ketidakpastian regresi } U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}}$$

Dimana:

$$Y_{reg} = a + (b \cdot x_i)$$

$$a = \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = 0.009$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = 0.42$$

Dimana:

x_i = Pemb. standar,

y_i = Nilai koreksi,
 n = Jumlah data

$SSR = \sum (y_i - Y_{reg})^2 = 2.688$
 Sehingga menghasilkan nilai $SSR =$

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} = \sqrt{\frac{2.688}{22-2}} = 0.366$$

b. Nilai Ketidakpastian *Type B*:

Pada tipe ini terdapat 2 parameter ketidakpastian, yaitu ketidakpastian Resolusi (U_{b1}) dan Ketidakpastian alat standar *pressure gauge* (U_{b2}). Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$U_{b1} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} \times 0,01}{\sqrt{3}} = 0.0029$$

\

$U_{b2} = \frac{a}{k}$ dikarenakan pada alat standar tidak ada sertifikat kalibrasinya maka nilai a (ketidakpastian sertifikat kalibrasi) dianggap mendekati 0, dan nilai faktor cakupan dianggap 2,0. Sehingga hasil : $U_{b2} = 0$

c. Nilai Ketidakpastian Kombinasi U_c

$$U_c = \sqrt{U_{a1}^2 + U_{a2}^2 + U_{b1}^2 + U_{b2}^2}$$

$$U_c = \sqrt{(1.23)^2 + 0.366^2 + 0.0029^2 + 0^2}$$

$$U_c = 1.36$$

Dengan kondisi V atau derajat kebebasan dari kedua tipe ketidakpastian, $V = n-1$, sehingga :

$V_1 = 21$; $V_2 = 21$; $V_3 = \infty$; $V_4 = 60$ (berdasarkan table *T-Student*)

Dengan nilai V_{eff} (Nilai derajat kebebasan efektif) sebagai berikut :

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / V_i}$$

$$V_{eff} = \frac{(1.36)^4}{(1.23)^4/21 + (0.366)^4/21 + (0.0029)^4/\infty + (0.00)^4/60}$$

$V_{eff} = 10,46$, sehingga jika dibulatkan menjadi 10, dimana pada table *T-student* menghasilkan nilai k (faktor koreksi) sebesar 2.228.

Oleh karena itu, hasil nilai ketidakpastian diperluas sebesar :

$$U_{exp} = k \times U_c$$

$$U_{exp} = 2.042 \times 1.36 = 2.77$$

Sehingga dari perhitungan ketidakpastian diperluas diatas, dihasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar ± 2.77 dengan tingkat kepercayaan 90% dari tabel *T-Student*. Nilai ketidakpastian tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur selama alat ukur tersebut digunakan.

Untuk mengetahui nilai desimal dalam bilangan *biner*, dapat diketahui nilai resolusi *biner 8 bit* (256) terhadap tegangan 0-5 V dengan persamaan (4.1).

$$X = \frac{Y \cdot X_{Max}}{Y_{Max}} \quad (4.3)$$

Ketereangan:

X = Nilai *biner* (ADC 8 bit)

Y = Nilai tegangan yang terukur

X_{max} = Nilai *biner* maksimal ketika digunakan ADC 8 bit

Y_{max} = V_{reff}

Tabel 4.3 Konversi Nilai *Analog* ke Desimal *Biner 8 Bit Sensor MQ-136*

Data ke-	Kadar Gas (ppm)	V _{Out}	X	Nilai <i>Biner</i> (Pembulatan)
1	1.09	0.351	17.901	18
2	2.03	0.359	18.309	18
3	3.01	0.365	18.615	19
4	4.03	0.372	18.972	19
5	6.06	0.380	19.380	19
6	8.09	0.392	19.992	20
7	9.03	0.403	20.553	21
8	10.01	0.427	21.777	22
9	11.06	0.449	22.899	23
10	12.00	0.461	23.511	24

Berdasarkan tabel 4.3, didapatkan nilai *biner* dengan menggunakan perhitungan sesuai dengan persamaan (4.1), maka akan didapatkan nilai *biner* sesuai tabel karena nilai *biner* harus diketahui untuk mengkonversi data pada program. Data *biner* ini merupakan data pada *Analog to Digital Converter* (ADC) yang ada pada *port F* pada *mikrocontroller* ATMEga128.

4.3 Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem *Local Control Unit* (LCU) kadar gas H₂S ini dilakukan dengan cara memberikan sinyal *input* yang berupa *Prosses Variable* (PV) dimana pengendalian kadar gas H₂S merupakan pengendalian *on/off*. Dengan menentukan nilai kadar gas yang diinginkan atau *setpoint*, sebesar 3ppm selanjutnya *biogas storage tank* akan diisi gas metan dari kompressor hingga kadar gas H₂S yang telah melewati kolom purifikasi biogas dengan kadar yang dihasilkan mencapai 3ppm setelah sensor mengukur sampai *setpoint* selanjutnya maka solenoid valve B akan menutup dan solenoid valve A akan membuka sehingga gas yang terpurifikasi dapat berlanjut pada pengisian *storage tank biogas*. Ini menunjukkan kadar gas H₂S

dalam tabung sesuai dengan *setpoint* . Dan apabila kadar gas H_2S melebihi dari 3ppm maka *solenoid valve* B akan membuka sedangkan *solenoid valve* A menutup dan begitu seterusnya.

Tabel 4.4 Data Pengujian Uji Input dan Output *Plant* Purifikasi Biogas

No.	Tampilan LCD (ppm)	Set point	Vout (Volt)	Solenoid Valve	
				A	B
1	12.00	3	0.461	OFF	ON
2	11.06	3	0.449	OFF	ON
3	10.01	3	0.427	OFF	ON
4	9.03	3	0.403	OFF	ON
5	8.47	3	0.398	OFF	ON
6	8.09	3	0.392	OFF	ON
7	6.91	3	0.384	OFF	ON
8	6.06	3	0.380	OFF	ON
9	5.66	3	0.379	OFF	ON
10	4.82	3	0.377	OFF	ON
11	4.59	3	0.375	OFF	ON
12	4.03	3	0.372	OFF	ON
13	3.67	3	0.370	OFF	ON
14	3.24	3	0.368	OFF	ON
15	3.01	3	0.365	OFF	ON
16	2.63	3	0.364	ON	OFF
17	2.47	3	0.362	ON	OFF
18	2.03	3	0.359	ON	OFF
19	1.86	3	0.358	ON	OFF
20	1.58	3	0.357	ON	OFF
21	1.37	3	0.354	ON	OFF
22	1.21	3	0.353	ON	OFF

Tabel diatas merupakan uji input dan output kolom purifikasi biogas dengan nilai *setpoint* tekanan mencapai 3ppm. Kondisi yang diinginkan yaitu saat kadar gas H_2S pada kolom purifikasi

biogas sesuai dengan *setpoint*. Selain itu dari tabel diatas dapat diketahui *rise time* sistem sebesar 30 s dalam mencapai *setpoint*.

4.4 Pembahasan

Rancang bangun sistem pengendalian kadar gas H_2S pada purifikasi biogas *water scrubber system* ini dibuat untuk mengendalikan nilai kadar H_2S yang digunakan sebagai hasil purifikasi biogas. hasil purifikasi biogas akan lebih baik apabila kadar gas H_2S memiliki nilai yang sangat kecil yang nantinya akan meningkatkan kualitas biogas. Proses purifikasi yang terjadi secara fisika yaitu kontaknya air yang dispray ke kolom *scrubber* dengan biogas untuk mereduksi gas H_2S yang memiliki karakteristik mudah larut dalam air. Karena tingkat kelarutan kadar gas H_2S akan semakin meningkat seiring dengan rendahnya temperatur air yang digunakan untuk *water scrubber*. Sistem pengendalian kadar gas H_2S dibutuhkan untuk optimalisasi proses purifikasi biogas, dikarenakan efektivitas reduksi kadar gas H_2S akan dapat menurun seiring dengan tingkat derajat keasaman dari air yang digunakan untuk *water scrubber*. Pada suhu normal $26^{\circ}C$, pH 5,5 mengandung H_2S sebesar 96,9% dengan rata-rata pembacaan kadar gas H_2S 1ppm dan pada pH 6,5 hanya terkandung 75% H_2S yang terlarut dengan pembacaan kadar gas H_2S menurun sampai 7ppm disisi lain nilai kadar gas H_2S yang memenuhi standar adalah kurang dari sama dengan 3ppm. Oleh karena itu digunakan set poin sebesar 3ppm untuk proses regenerasi berlangsung dan untuk menonaktifkan solenoid dalam proses purifikasi biogas.

Pada pengujian sistem pengendalian kadar gas H_2S ini telah dilakukan tahap-tahap untuk mendapatkan tingkat kelayakan dari sistem yang digunakan di plant purifikasi biogas. Dimana pengujian yang dilakukan adalah pengujian pembacaan sensor dengan acuan *gas detector* sebagai alat standar. Saat membandingkan pembacaan alat dengan pembacaan standar menggunakan gas detector selama 30 menit didapatkan nilai karakteristik statik yang diperoleh dari pembacaan sensor MQ-136 diantaranya resolusi sebesar 0.01, sensitivitas sebesar 0.02

V/ppm, akurasi sebesar 1,32% dan ketidakpastian diperluas sebesar 2.77. dengan pengambilan sebanyak 22 data.

Pengujian selanjutnya yaitu uji kontroler yang bertujuan untuk mengetahui sistem dapat berjalan dengan baik. Set poin yang diberikan pada kontroler sebesar 3ppm. Nilai pembacaan terhadap pengendalian tersebut masih dalam rentang set poin karena saat pembacaan lebih besar dari set poin, kontroler memerintahkan aktuator untuk *me-looping* sistem untuk dilakukan pengulangan reduksi gas dengan bukaan solenoid *valve* A. sedangkan apabila kadar gas H_2S yang terbaca oleh sensor maka controller akan memerintahkan solenoid B untuk membuka sehingga gas hasil purifikasi dapat disimpan di *storage*. Sehingga dalam pengujian sistem kontrol dapat disimpulkan dapat berjalan dengan baik untuk menjaga kadar gas H_2S pada rentang *set point*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Pada pengendalian ini dapat diketahui *range* PV 1-100ppm pada *plant* purifikasi biogas dan nilai *set point* 3ppm akan menutup bukaan solenoid valve A dan B.
- Pada pengendalian kadar gas H₂S digunakan sensor MQ-136 yang dibandingkan dengan *gas detector* sebagai alat standar. Adapun karakteristik statik yang diperoleh dari pembacaan sensor MQ-136 diantaranya resolusi sebesar 0.01, sensitivitas sebesar 0.02 V/ppm, akurasi sebesar 1,32% dan ketidakpastian diperluas sebesar 2.77.
- Respon sistem kontrol kadar gas H₂S memiliki *rise time* sebesar 30 s.

5.2 Saran

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kelanjutan penelitian pada *biogas purification gas plant* ini, antara lain :

- Dibutuhkan sensor gas yang lebih kuat dan memiliki *range* lebih besar yang digunakan pada penelitian ini jika ingin meningkatkan kinerja dan memperoleh hasil yang maksimal dari *plant purification biogas*.
- Dari LCU (*Local Control Unit*) bisa dikomunikasikan lebih lengkap dengan dimonitoring oleh HMI (*Human Machine Interface*)

halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM, (2013), Supply Demand Energi. Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian ESDM. Jakarta.
- [2] Osorio, F. & Torres, J.C., (2009), *Biogas Purification From Anaerobic Digestion In A Waste Water Treatment Plant for Biofuel Production*. Renewable Energy, 34, 2164-2171
- [3] Paguyuban KUD Jawa Timur, (2011), Laporan Biogas untuk Rumah Tangga (BIRU), Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur.
- [4] Abdurrahman, Arief, dkk. (2013), *Rancang Bangun Alat Purifikasi Biogas dengan Menggunakan CaO dan Water Scrubber*. Seminar Nasional Pascasarjana XIII – ITS. Surabaya.
- [5] Abdurrahman, A., Soehartanto, T., (2014), Analisis Karakterisasi Water Scrubber pada Alat Purifikasi Biogas Tipe Kombinasi Spray Tower dan Tray Tower. Seminar Nasional Teknologi Terapan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [6] Calvert, S., J. Goldschmid, D. Leith, and D. Mehta. (1972), August. Wet Scrubber System Study Scrubber Handbook, Environmental Protection Agency, vol 1, 33-39.
- [7] Ahrer, W., Accettola, F., Trogisch, S., (2005), Hydrogen Sulfide and Siloxane Removal from Biogas for its Usage in Fuel Cells, 1st European ASME Fuel Cell Conference, vol 28, 15-20.
- [8] Läntelä , J., Rasi, S., Lehtinen J., Rintala J., (2011), Landfill gas upgrading with pilot-scale water scrubber: Performance assessment with absorption water recycling. Published by Elsevier Ltd.
- [9] <http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-solenoid-valve/>
diakses pada 20 April 2017 Jam 21.56WIB
- [10] Wenlian Li, Chuangqing Liu, Yang Li, Fang Xiao, (2008), "The Design and Implementation of Monitoring

System for H₂S Gas Volume Fraction with Virtual Instrument”, IEEE Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence and Industrial Application. Wuhan, pp.567,570.

- [11] alladay, Z dkk (2014), Purwarupa Pemantau Gas Hidrogen Sulfida Dalam Ruang Industri Kimia, Simposium Nasional RAPI XIII, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- [12] <http://elektronika-dasar.web.id/?s=teori-definisi-dan-pengertian-driver-relay/> diakses pada 20 April 2017Jam 22.00WIB
- [13] Curtis D. Johnson (1997), “Process Kontrol Instrumentation Technology” Fifth Edition, Prentice Hall International Inc., New Jersey.
- [14] Laboratorium Pengukuran Fisis. 2013. “Modul Teknik Pengukuran dan Kalibrasi”. ITS. Surabaya

LMPIRAN A

DATA KALIBRASI SENSOR

1. Data Kalibrasi H₂S (MQ-136)

- Data Ketidakpastian Alat

[illegible]

- Data Karakteristik Alat

No.	Pemb. Std	Pemb. Alat	(Std-Alat) /Std	O Ideal	Non- Linearitas per Input
1	34	33.78	0.006470588	33.78	0
2	33	32.85	0.004545455	32.79	0.06
3	33	32.65	0.010606061	32.79	-0.14000
4	31	30.54	0.01483871	30.81	-0.27000
5	30	29.78	0.007333333	29.82	-0.04000
6	27	26.34	0.024444444	26.85	-0.51000
7	26	25.45	0.021153846	25.86	-0.41000
8	24	23.65	0.014583333	23.88	-0.23000
9	23	22.79	0.009130435	22.89	-0.10000
10	22	21.69	0.014090909	21.9	-0.21000
11	21	20.58	0.02	20.91	-0.33000
12	18	17.82	0.01	17.94	-0.12000
13	17	16.74	0.015294118	16.95	-0.21000
14	15	14.68	0.021333333	14.97	-0.29000
15	12	11.79	0.0175	12	-0.21000
16	10	9.86	0.014	10.02	-0.16000
17	9	8.74	0.028888889	9.03	-0.29000
18	6	5.75	0.041666667	6.06	-0.31000
19	5	4.89	0.022	5.07	-0.18000
20	3	2.87	0.043333333	3.09	-0.22000
21	2	1.92	0.04	2.1	-0.18000
22	1	1.11	-0.11	1.11	0.00000
Jumlah		396.27	0.291213454		0.06000
Rata-rata		18.01227273			
kemiringan garis (k)		0.99	a=	0.12	

LAMPIRAN B

(LISTING PROGRAM PADA CODE VISION AVR)

/******

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project : TA_TEAM BIOGAS

Version :

Date : 08/06/2017

Author : RADIAN INDRA M

Company : ITS

Comments:

Chip type : ATmega128

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 7,372800 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 1024

***/

```
#include <mega128.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#include <ds1307_twi.h>
```

```
// Standard Input/Output functions
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```

#define xmin 22
#define ymin 23
#define a 35      //pembacaan pressure sensor MPX5500DP
                (max)
#define b 255     //8 bits (max)
#define e 8925    //a*b

// I2C Bus functions
#include <i2c.h>

#asm
.equ __lcd_port=0x15 ;PORTC
#endasm
#include <lcd.h>

#ifndef RXB8
#define RXB8 1
#endif

#ifndef TXB8
#define TXB8 0
#endif

#ifndef UPE
#define UPE 2
#endif

#ifndef DOR
#define DOR 3
#endif

#ifndef FE
#define FE 4
#endif

```

```

#ifndef UDRE
#define UDRE 5
#endif

#ifndef RXC
#define RXC 7
#endif

#define FRAMING_ERROR (1<<FE)
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)
#define DATA_OVERRUN (1<<DOR)
#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)

// Write a character to the USART1 Transmitter
#pragma used+
void putchar1(char c)
{
    while ((UCSR1A & DATA_REGISTER_EMPTY)==0);
    UDR1=c;
}
#pragma used-

#define ADC_VREF_TYPE 0x20

// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;

```

```

// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCH;
}

// TWI functions
#include <twi.h>
// Declare your global variables here

//----- Gas Metana Input -----
=====ENDLY DEVIRA Y -2414031030-=====
unsigned long int temp1a,
temp1b,sensor1,vinMetan1,RL1,Rasio1,RS1,RO1,ppml
og1,ppm1,pangkat,e1;
unsigned char tampil1 [5] ;
//----- Gas Metana Output -----
unsigned long int temp2a, temp2b, sensor2;
unsigned char tampil2 [5] ;
//----- Gas CO2 Input -----
unsigned long int temp3a, temp3b, sensor3, ADC, range,
linierisasi, ppmCO2, vinco2;
unsigned char tampil3 [5] ;
//----- Gas CO2 Output -----
unsigned long int temp4a, temp4b, sensor4, ADCa, rangea,
linierisasia, ppmCO2a, vinco2a;
unsigned char tampil4 [5] ;
//----- Gas H2S Input -----
unsigned long int sensor5;
float VinH2S2, RS2, RO2,hsl_pangkat2,R2,pangkat2,ppm2;
char buf6[33];
//----- Gas H2S Output -----
unsigned long int sensor6;
float VinH2S3, RS3, RO3,hsl_pangkat3,R3,pangkat3,ppm3;
char buf7[33];

```



```

//----- Real Time Clock -----
unsigned char buf0 [17];
unsigned char buf1 [17];
unsigned char s,m,h;
unsigned char dd,mm,yy;

//-----Sensor    FLOW-----
=====RADIAN  INDRA  MUKROMIN  -2414031034-
=====
float freq;      // to store value of frequency value
unsigned int i=0,countx;  //i=number of overflows in one
                        second
unsigned dur;    // dur to store the value of TCNT1 register
char buf2[8];    // to store the frequency value as a string to be
                  displayed on lcd

//-----Sensor    Tekanan-----
=====LAYLY DIAN E -2414031005- =====
unsigned long int sensor1, sensor2, tekanan1, tekanan2;
float x,y;
float c1,c2,d1,d2,f1,f2,g1,g2,h1,h2;
float l=0;
float j=0;
float k=0;
float tangki1, tangki2;
char buf3[33];
char buf4[33];

//-----Sensor gas H2s Kontrol-----
----- =====EKA WAHYU P -24140310XX- =====
unsigned long int sensor3;
float VinH2S1, RS0, RO0,hs_pangkat,R0,pangkat0,ppm0;
char buf5[33];

void tampil_LCD(void);
void devi (void);

```

```

void indra (void);
void layli (void);
void wahyu (void);
void date(void);
void berotasi(unsigned char b3, unsigned char b2,unsigned
               char b1, unsigned char b0);
void startup(void);
void cond_1(void);
void cond_2(void);
void cond_3(void);
void cond_4(void);
void cond_5(void);
void cond_6(void);
void cond_7(void);

// External Interrupt 7 service routine
//interrupt [EXT_INT7] void ext_int7_isr(void)
//{
//// Place your code here
//countx++;
//
//}
//
//// Timer 0 overflow interrupt service routine
//interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
//{
//// Reinitialize Timer 0 value
//TCNT0=0x94;
//// Place your code here
// i++;
// if(i>=100)
// {
//     freq(((float)countx*60)/4.8)*0.0060229; //formula
//     perhitungan kecepatan
//     countx = 0;

```

```

//      i = 0;
//    }
//}

// Timer1 overflow interrupt service routine

interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
// Place your code here
i++; // count the number of overflows in one second
}

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out
    Func2=Out Func1=Out Func0=Out
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0
    State1=0 State0=0
PORTA=0x00;
DDRA=0xFF;

// Port B initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=In
    Func2=Out Func1=In Func0=In
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=T State2=0
    State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0xFF;

// Port C initialization

```

```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In
    Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
    State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
```

```
// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In
    Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
    State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;
```

```
// Port E initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In
    Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
    State1=T State0=T
PORTE=0xFF;
DDRE=0x00;
```

```
// Port F initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In
    Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
    State1=T State0=T
PORTF=0x00;
DDRF=0x00;
```

```
// Port G initialization
// Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTG=0x00;
```

```
DDRG=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// OC1C output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
// Compare C Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x07;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
```

```
OCR1BL=0x00;  
OCR1CH=0x00;  
OCR1CL=0x00;
```

```
// Timer/Counter 2 initialization  
// Clock source: System Clock  
// Clock value: Timer2 Stopped  
// Mode: Normal top=0xFF  
// OC2 output: Disconnected  
TCCR2=0x00;  
TCNT2=0x00;  
OCR2=0x00;
```

```
// Timer/Counter 3 initialization  
// Clock source: System Clock  
// Clock value: Timer3 Stopped  
// Mode: Normal top=0xFFFF  
// OC3A output: Discon.  
// OC3B output: Discon.  
// OC3C output: Discon.  
// Noise Canceler: Off  
// Input Capture on Falling Edge  
// Timer3 Overflow Interrupt: Off  
// Input Capture Interrupt: Off  
// Compare A Match Interrupt: Off  
// Compare B Match Interrupt: Off  
// Compare C Match Interrupt: Off  
TCCR3A=0x00;  
TCCR3B=0x00;  
TCNT3H=0x00;  
TCNT3L=0x00;  
ICR3H=0x00;  
ICR3L=0x00;  
OCR3AH=0x00;  
OCR3AL=0x00;
```

```
OCR3BH=0x00;  
OCR3BL=0x00;  
OCR3CH=0x00;  
OCR3CL=0x00;
```

```
// External Interrupt(s) initialization
```

```
// INT0: Off
```

```
// INT1: Off
```

```
// INT2: Off
```

```
// INT3: Off
```

```
// INT4: Off
```

```
// INT5: Off
```

```
// INT6: Off
```

```
// INT7: Off
```

```
EICRA=0x00;
```

```
EICRB=0x00;
```

```
EIMSK=0x00;
```

```
// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
```

```
TIMSK=0x04;
```

```
ETIMSK=0x04;
```

```
// USART0 initialization
```

```
// USART0 disabled
```

```
UCSR0B=0x00;
```

```
// USART0 initialization
```

```
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
```

```
// USART0 Receiver: On
```

```
// USART0 Transmitter: On
```

```
// USART0 Mode: Asynchronous
```

```
// USART0 Baud Rate: 9600
```

```
UCSR0A=0x00;
```

```
UCSR0B=0x18;
UCSR0C=0x06;
UBRR0H=0x00;
UBRR0L=0x2F;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIO=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 921,600 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x83;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// Mode: TWI Master
// Bit Rate: 100 kHz
twi_master_init(100);

// I2C Bus initialization
// I2C Port: PORTE
// I2C SDA bit: 2
// I2C SCL bit: 3
// Bit Rate: 100 kHz
// Note: I2C settings are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|I2C menu.
```



```

i2c_init();

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
// menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 20
lcd_init(20);
//send Data ke Data Logger JUDUL-HEADER
printf("TANGGAL,");
delay_ms(10);
printf("JAM,");
delay_ms(10);
printf("CH4/I,");
delay_ms(10);
printf("CH4/O,");
delay_ms(10);
printf("H2S/I,");
delay_ms(10);
printf("H2S/O,");
delay_ms(10);
printf("CO2/I,");
delay_ms(10);
printf("CO2/O,");
delay_ms(10);
printf("FLOW,");
delay_ms(10);
printf("H2S/C,");

```

```

    delay_ms(10);
    printf("TEKANAN 1,");
    delay_ms(10);
    printf("TEKANAN 2\n");
    delay_ms(10);

//    rtc_set_time(10,00,00); //set time 12:00:00
//    rtc_set_date(0,11,06,17);
//
// Global enable interrupts
#asm("sei")

while (1)
{
    // Place your code here

    devi ();
    indra ();
    layli ();
    //wahyu ();
    //tampil_LCD();
    date();

    //send Data ke Data Logger
    printf("%02i:%02i:%02i",dd,mm,yy); //Tanggal
    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%02i:%02i:%02i",h,m,s);    //jam
    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%i",sensor1); //CH4 Input
    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%i",sensor2); //CH4 Output

```

```

    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%.1f",hsl_pangkat2); //H2S Input
    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%.1f",hsl_pangkat3); //H2S Output
    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%i",sensor3); //CO2 Input
    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%i",sensor4); //CO2 Output
    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%.1f",freq); //Flow
    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%.1f",hs_pangkat); //H2S Control
    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%.1f",h1); //tekanan 1
    delay_ms(10);
    printf(",");
    printf("%.1f",h2); //tekanan 2
    printf("\n");
}

}

void devi ()
{
    delay_ms(10);

//    //Metana input
    i2c_start(); // Start Condition

```

```

i2c_write(0xE0); // Write to DT-SENSE module
i2c_write(0x41); // "Read Sensor" Command
i2c_stop(); // Stop Condition
delay_us(10); // 10 us delay
i2c_start(); // Start Condition
i2c_write(0xE1); // Read from DT-SENSE module
temp1a = i2c_read(1); // Data Sensor MSB
temp1b = i2c_read(0); // Data Sensor LSB
i2c_stop(); // Stop Condition
sensor1 = (temp1a * 256) + temp1b ;
itoa(sensor1,tampil1);
delay_ms(10);
//// sensor1=read_adc(5);
//// vinMetan1= (sensor1)*5/1023;
// RL1= 4.7;
// RS1=(RL1*(255-sensor1))/sensor1;
// RO1= 10;
///// ppmlog1=(log10(RS1/Ro1)-11.605)/-0.8893;
///// pangkat = ((-0.8893*(RS1/RO1))+11.605);
// Rasio1= RS1/RO1;
// e1=-2.7887;
// pangkat= Rasio1^e1;
// ppm1= 1021*pangkat;
// itoa(ppm1,tampil1);

//
// //Metana output
i2c_start(); // Start Condition
i2c_write(0xE2); // Write to DT-SENSE module
i2c_write(0x41); // "Read Sensor" Command
i2c_stop(); // Stop Condition
delay_us(10); // 10 us delay
i2c_start(); // Start Condition
i2c_write(0xE3); // Read from DT-SENSE module

```

```

temp2a = i2c_read(1); // Data Sensor MSB
temp2b = i2c_read(0); // Data Sensor LSB
i2c_stop(); // Stop Condition
sensor2 = (temp2a * 256) + temp2b ;
itoa(sensor2,tampil2);
delay_ms(10);
//   sensor2=read_adc(6);
//   itoa(sensor2,tampil2);

//   //Co2 input
i2c_start(); // Start Condition
i2c_write(0xE4); // Write to DT-SENSE module
i2c_write(0x41); // “Read Sensor” Command
i2c_stop(); // Stop Condition
delay_us(10); // 10 us delay
i2c_start(); // Start Condition
i2c_write(0xE5); // Read from DT-SENSE module
temp3a = i2c_read(1); // Data Sensor MSB
temp3b = i2c_read(0); // Data Sensor LSB
i2c_stop(); // Stop Condition
sensor3 = (temp3a * 256) + temp3b ;
//   vinco2 = (sensor3)*5/1203;
//   ADC= sensor3 - 1023;
//   range= 10000-350;
//   linierisasi= (1023-sensor3)/(10000-350);
//   ppmCO2= 350+linierisasi;
itoa(sensor3,tampil3);
delay_ms(10);
//
//   //Co2 output
i2c_start(); // Start Condition
i2c_write(0xE6); // Write to DT-SENSE module
i2c_write(0x41); // “Read Sensor” Command
i2c_stop(); // Stop Condition

```

```

delay_us(10); // 10 us delay
i2c_start(); // Start Condition
i2c_write(0xE7); // Read from DT-SENSE module
temp4a = i2c_read(1); // Data Sensor MSB
temp4b = i2c_read(0); // Data Sensor LSB
i2c_stop(); // Stop Condition
sensor4 = (temp4a * 256) + temp4b ;
itoa(sensor4,tampil4);
delay_ms(10);

```

```

//sensor H2s Input
sensor5=read_adc(3);
VinH2S2= ((sensor5)*5)/255;
RO2 =4.38;
RS2 = ((5-VinH2S2)/VinH2S2)*10;
R2=RS2/RO2;
pangkat2= 1/(R2*R2*R2); //R0 di pangkat -3
ppm2 = 40*pangkat2;
hsl_pangkat2 = sensor5;

```

```

//sensor H2s Output
sensor6=read_adc(4);
VinH2S3= ((sensor3)*5)/255;
RO3 =4.38;
RS3 = ((5-VinH2S3)/VinH2S3)*10;
R3=RS3/RO3;
pangkat3= 1/(R3*R3*R3); //R0 di pangkat -3
ppm3 = 40*pangkat3;
hsl_pangkat3 = sensor6;

```

```

}

```

```

void indra ()
{

```

```
//Pembacaan sensor Flow
TIMSK=0x04;
TCCR1B=0x07;
delay_ms(1000);
TCCR1B=0x00;
TIMSK=0x00;
dur=TCNT1;
freq = (((dur + i*65536)*60)/4.8)*0.00226;
TCNT1=0x0000;
i=0;
```

```
//Aktuator Stepper_Full Step
if (freq<=5.5) // Valve membuka
{
    berotasi (0,0,0,1); //step1
    berotasi (0,0,1,0); //step2
    berotasi (0,1,0,0); //step3
    berotasi (1,0,0,0); //step4
}
```

```
else if (freq>=5.5) // Valve Menutup
{
    //Half Step
    tampil_LCD();
    berotasi (1,0,0,0); //step1
    berotasi (0,1,0,0); //step2
    berotasi (0,0,1,0); //step3
    berotasi (0,0,0,1); //step4
}
```

```
else if (5.2>freq<5.8) // valve berhenti
{
    berotasi (0,0,0,0);
```

```

    }
}

```

```

void layli ()
{

```

```

    startup();
    cond_1();
    cond_2();
    cond_3();
    cond_4();
    cond_5();
    cond_6();
    cond_7();

```

```

    lcd_clear();

```

```

    /*****
    *****/

```

MPX5500DP => Sensor 1 pada tangki 1

```

    *****/
    *****/

```

```

    x=read_adc(0);
    c1=b-xmin;
    d1=a*c1;
    f1=e-d1;
    tangki1=((a/c1)*x)-(f1/c1);    //Pembacaan preesure pada
    sensor 1 => Psi
    h1=((float)(x*5)/255);

```

```

    /*****
    *****/

```

MPX5500DP => Sensor 2 pada tangki 2


```

*****
*****/

y=read_adc(1);
c2=b-ymin;
d2=a*c2;
f2=e-d2;
tangki2=((a/c2)*y)-(f2/c2);    //Pembacaan pressure pada
    sensor 2 => Psi
h2=((float)(y*5)/255);

//*****
*****

}

void wahyu ()
{
    //sensor H2s Kontrol
    sensor3 = read_adc(2);
//    VinH2S1= ((sensor3)*5)/255;
//    RO0 =4.38;
//    RS0 = ((5-VinH2S1)/VinH2S1)*10;
//    R0=RS0/RO0;
//    pangkat0= 1/(R0*R0*R0); //R0 di pangkat -3
//    ppm0 = 40*pangkat0;
    hs_pangkat = sensor3;

}

//Fungsi Deklarasi Port Yang digunakan  menggerakkan
    Stepper
void berotasi(unsigned char b3, unsigned char b2,unsigned
    char b1, unsigned char b0)
{
    PORTA.0 = b3;

```

```

PORTA.2 = b2;
PORTA.4 = b1;
PORTA.6 = b0;
delay_ms (5);
}

```

```

void tampil_LCD()
{
    //-----Out LCD Real Time Clock-----
    -----//
    if (PINE.5==0)
    {
        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_puts("MONITORING GAS (Ppm)");

        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_puts("CH4:");
        lcd_puts(tampil1);

        lcd_gotoxy(10,1);
        lcd_puts("CH4:");
        lcd_puts(tampil2);

        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_puts("CO2:");
        lcd_puts(tampil3);

        lcd_gotoxy(10,2);
        lcd_puts("CO2:");
        lcd_puts(tampil4);

        lcd_gotoxy(0,3);
        lcd_puts("H2S:");
        sprintf(buf6,"%f",hsl_pangkat2);
    }
}

```

```

        lcd_puts(buf6);
    lcd_gotoxy(10,3);
    lcd_puts("H2S:");
        sprintf(buf7,"%f",hsl_pangkat3);
        lcd_puts(buf7);
    }

//-----Out LCD Monitoring-----
//-----//
else if (PINE.6 == 0)
{

    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts(" PURIFIKASI BIOGAS ");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_puts("-----");
    //jam dan menit
    rtc_get_time(&h,&m,&s);
    rtc_get_date(0,&dd,&mm,&yy);
    sprintf(buf0,"Jam : %02d:%02d:%02d",h,m,s);
    lcd_gotoxy(0,2);
    lcd_puts(buf0);

    //tanggal dan bulan
    rtc_get_date(0,&dd,&mm,&yy);
    sprintf(buf1,"Date:      %02d:%02d:%02d",dd,mm,yy);
        //+2000);
    lcd_gotoxy(0,3);
    lcd_puts(buf1);
}

```

```

//-----Out LCD Kontrol-----
//
else if (PINE.7==0)
{
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts("Flow  =");
    lcd_gotoxy(11,0);
    ftoa(freq,2,buf2);
    lcd_puts(buf2);
    lcd_gotoxy(17,0);
    lcd_putsf("L/M");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_puts("H2S  =");
//    sprintf(buf2,"%f",tangki1);
//
//    // sprintf(buf5,"%f", VinH2S1);
//    lcd_gotoxy(11,1);
//    lcd_puts(buf2);
//    lcd_gotoxy(17,1);
//    lcd_puts("Ppm");
lcd_gotoxy(0,2);
//lcd_puts("Pressure1=");
    sprintf(buf4,"Pressure1= %.2f",tangki1);
    lcd_gotoxy(11,2);
    lcd_puts(buf4);
    lcd_gotoxy(17,2);
    lcd_puts("Psi");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_puts("Pressure2=");
    sprintf(buf3,"%f",tangki2);
    lcd_gotoxy(11,3);
    lcd_puts(buf3);
    lcd_gotoxy(17,3);
    lcd_puts("Psi");

```

```

    }

    else
    {
        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_puts("  SELAMAT DATANG");
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_puts("Di Departemen");
        lcd_gotoxy(0,3);
        lcd_puts("Teknik Instrumentasi");
    }
}

void date()
{
    rtc_get_time(&h,&m,&s);
    rtc_get_date(0,&dd,&mm,&yy);
}

void startup()
{
    if (tangki1 <= 5 && tangki2 <= 5)
    {
        PORTA.5=1; //SV 1 => inputan tangki 1
        PORTA.3=0; //SV 2 => inputan tangki 2
        PORTA.7=0; //SV 3 => outputan tangki 1
        PORTA.1=0; //SV 4 => outputan tangki 2
    }
}

void cond_1()
{
    if (tangki1 >= 25 && tangki2 <= 5)

```

```

    {
        PORTA.5=0;
        PORTA.3=1;
        PORTA.7=1;
        PORTA.1=0;
        i=1;
    }
}
void cond_2()
{
    if ((tangki1 <= 5 && (tangki2 <= 25 || tangki2 >= 25) &&
        l==1))
    {
        PORTA.5=0;
        PORTA.3=1;
        PORTA.7=0;
        PORTA.1=0;
        j=1;
    }
}
void cond_3()
{
    if ((tangki1 <= 5 && tangki2 >=25) && j==1)
    {
        PORTA.5=1;
        PORTA.3=0;
        PORTA.7=0;
        PORTA.1=1;
        l=0;
        k=1;
    }
}
void cond_4()
{
    if ((tangki1 >=5 && tangki2 <=5) && j==1 && l==0)

```

```

    {
        PORTA.5=1;
        PORTA.3=0;
        PORTA.7=0;
        PORTA.1=0;
    }
}
void cond_5()
{
    if (((tangki1 >= 25 && tangki2 <=5))
        {
            PORTA.5=0;
            PORTA.3=1;
            PORTA.7=1;
            PORTA.1=0;
            j=0;
            i=1;
        }
    }
void cond_6()
{
    if (tangki1 >= 25 && (tangki2 <25 && tangki2 >5) && j==1)
        {
            PORTA.5=0;
            PORTA.3=0;
            PORTA.7=0;
            PORTA.1=1;
        }
    }
void cond_7()
{
    if (((tangki1 <25 && tangki1 >5) && (tangki2 >= 25) &&
        k==1)
        {
            PORTA.5=0;

```

```
    PORTA.3=0;
    PORTA.7=1;
    PORTA.1=0;
    j=1;
  }
}
```

```
void cond_8() //LOOPING WAHYU
{
  if (hs_pangkat>=3)
  {
    PORTB.4=1;
    PORTB.2=0;
    PORTB.0=1;
    PORTA.3=0;

  }
}
```


LAMPIRAN C

(DATA SHEET SYSTEM ATMEGA128)

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 133 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers + Peripheral Control Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16MIPS Throughput at 16MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 128Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 4Kbytes EEPROM
 - 4Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Up to 64Kbytes Optional External Memory Space
 - Programming Lock for Software Security
 - SPI Interface for In-System Programming
- QTouch® library support
 - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
 - QTouch and QMatrix acquisition
 - Up to 64 sense channels
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - Two Expanded 16-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, Compare Mode and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Two 8-bit PWM Channels
 - 6 PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits
 - Output Compare Modulator
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Dual Programmable Serial USARTs
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
 - Software Selectable Clock Frequency
 - ATmega103 Compatibility Mode Selected by a Fuse
 - Global Pull-up Disable
- I/O and Packages
 - 53 Programmable I/O Lines
 - 64-lead TQFP and 64-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V ATmega128L
 - 4.5 - 5.5V ATmega128
- Speed Grades
 - 0 - 8MHz ATmega128L
 - 0 - 16MHz ATmega128



**8-bit Atmel
Microcontroller
with 128KBytes
In-System
Programmable
Flash**

**ATmega128
ATmega128L**

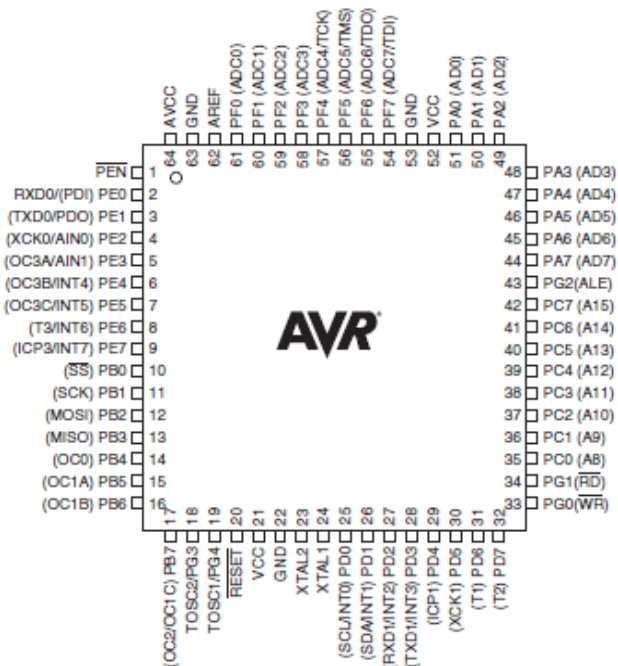
Summary

Rev. 246725-AVR-0011



Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega128



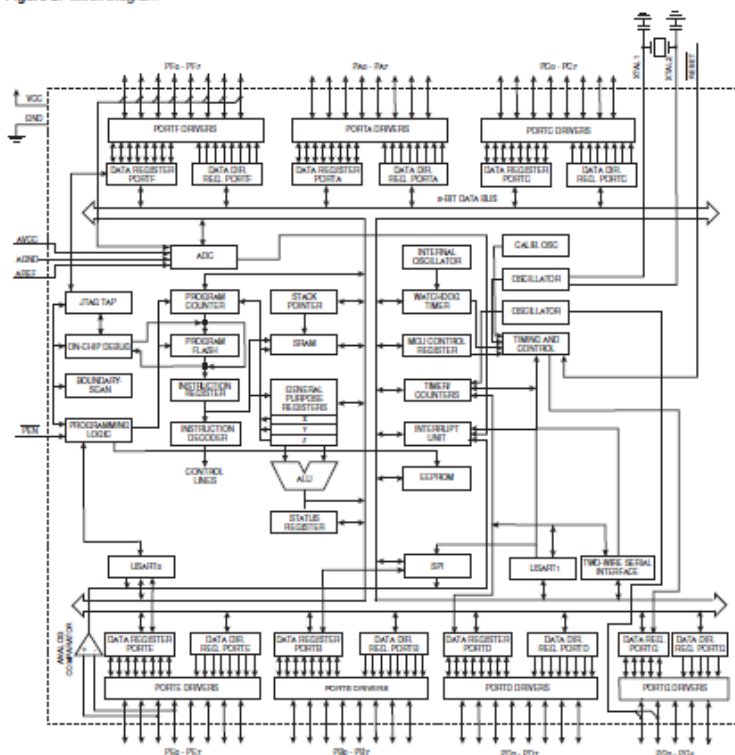
Note: The Pinout figure applies to both TQFP and MLF packages. The bottom pad under the QFN/MLF package should be soldered to ground.

Overview

The Atmel® AVR® ATmega128 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega128 achieves throughputs approaching 1MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram



The Atmel® AVR® core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughput up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega128 provides the following features: 128Kbytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 4Kbytes EEPROM, 4Kbytes SRAM, 53 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, Real Time Counter (RTC), four flexible Timer/Counters with compare modes and PWM, 2 USARTs, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain, programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, IEEE std. 1149.1 compliant JTAG test interface, also used for accessing the On-chip Debug system and programming and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the Crystal/Resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

Atmel offers the QTouch® library for embedding capacitive touch buttons, sliders and wheels functionality into AVR microcontrollers. The patented charge-transfer signal acquisition offers robust sensing and includes fully debounced reporting of touch keys and includes Adjacent Key Suppression® (AKS™) technology for unambiguous detection of key events. The easy-to-use QTouch Suite toolchain allows you to explore, develop and debug your own touch applications.

The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega128 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega128 device is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

ATmega103 and ATmega128 Compatibility

The ATmega128 is a highly complex microcontroller where the number of I/O locations supersedes the 64 I/O locations reserved in the AVR instruction set. To ensure backward compatibility with the ATmega103, all I/O locations present in ATmega103 have the same location in ATmega128. Most additional I/O locations are added in an Extended I/O space starting from \$60 to \$FF, (i.e., in the ATmega103 internal RAM space). These locations can be reached by using LD/ LDS/ LDD and ST/ STS/ STD instructions only, not by using IN and OUT instructions. The relocation of the internal RAM space may still be a problem for ATmega103 users. Also, the increased number of interrupt vectors might be a problem if the code uses absolute addresses. To solve these problems, an ATmega103 compatibility mode can be selected by programming the fuse M103C. In this mode, none of the functions in the Extended I/O space are in use, so the internal RAM is located as in ATmega103. Also, the Extended Interrupt vectors are removed.

The ATmega128 is 100% pin compatible with ATmega103, and can replace the ATmega103 on current Printed Circuit Boards. The application note "Replacing ATmega103 by ATmega128" describes what the user should be aware of replacing the ATmega103 by an ATmega128.

ATmega103 Compatibility Mode

By programming the M103C fuse, the Atmel® ATmega128 will be compatible with the ATmega103 regards to RAM, I/O pins and interrupt vectors as described above. However, some new features in ATmega128 are not available in this compatibility mode, these features are listed below:

- One USART instead of two, Asynchronous mode only. Only the eight least significant bits of the Baud Rate Register is available.
- One 16 bits Timer/Counter with two compare registers instead of two 16-bit Timer/Counters with three compare registers.
- Two-wire serial interface is not supported.
- Port C is output only.
- Port G serves alternate functions only (not a general I/O port).
- Port F serves as digital input only in addition to analog input to the ADC.
- Boot Loader capabilities is not supported.
- It is not possible to adjust the frequency of the internal calibrated RC Oscillator.
- The External Memory Interface can not release any Address pins for general I/O, neither configure different wait-states to different External Memory Address sections.

In addition, there are some other minor differences to make it more compatible to ATmega103:

- Only EXTRF and PORF exists in MCUCSR.
- Timed sequence not required for Watchdog Time-out change.
- External Interrupt pins 3 - 0 serve as level interrupt only.
- USART has no FIFO buffer, so data overrun comes earlier.

Unused I/O bits in ATmega103 should be written to 0 to ensure same operation in ATmega128.

Pin Descriptions

VCC Digital supply voltage.

GND Ground.

Port A (PA7..PA0) Port A is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port A pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port A also serves the functions of various special features of the ATmega128 as listed on [page 72](#).

Port B (PB7..PB0) Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega128 as listed on [page 73](#).

Port C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port C also serves the functions of special features of the Atmel® AVR® ATmega128 as listed on [page 76](#). In ATmega103 compatibility mode, Port C is output only, and the port C pins are not tri-stated when a reset condition becomes active.

Note: The ATmega128 is by default shipped in ATmega103 compatibility mode. Thus, if the parts are not programmed before they are put on the PCB, PORTC will be output during first power up, and until the ATmega103 compatibility mode is disabled.

Port D (PD7..PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega128 as listed on [page 77](#).

Port E (PE7..PE0)

Port E is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port E output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port E pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port E pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port E also serves the functions of various special features of the ATmega128 as listed on [page 80](#).

Port F (PF7..PF0)

Port F serves as the analog inputs to the A/D Converter.

Port F also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port F output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port F pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port F pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PF7(TDI), PF5(TMS), and PF4(TCK) will be activated even if a Reset occurs.

The TDO pin is tri-stated unless TAP states that shift out data are entered.

Port F also serves the functions of the JTAG interface.

In ATmega103 compatibility mode, Port F is an input Port only.

Port G (PG4..PG0)

Port G is a 5-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port G output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port G pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port G pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port G also serves the functions of various special features.

The port G pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

In ATmega103 compatibility mode, these pins only serves as strobes signals to the external memory as well as input to the 32KHz Oscillator, and the pins are initialized to PG0 = 1, PG1 = 1, and PG2 = 0 asynchronously when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. PG3 and PG4 are oscillator pins.

RESET	Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 19 on page 50 . Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.
XTAL1	Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.
XTAL2	Output from the inverting Oscillator amplifier.
AVCC	AVCC is the supply voltage pin for Port F and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.
AREF	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.
PEN	PEN is a programming enable pin for the SPI Serial Programming mode, and is internally pulled high. By holding this pin low during a Power-on Reset, the device will enter the SPI Serial Programming mode. PEN has no function during normal operation.

Resources

A comprehensive set of development tools, application notes, and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.

Data Retention

Reliability Qualification results show that the projected data retention failure rate is much less than 1 PPM over 20 years at 85°C or 100 years at 25°C

About Code Examples

This datasheet contains simple code examples that briefly show how to use various parts of the device. These code examples assume that the part specific header file is included before compilation. Be aware that not all C compiler vendors include bit definitions in the header files and interrupt handling in C is compiler dependent. Please confirm with the C compiler documentation for more details.

For I/O registers located in extended I/O map, "IN", "OUT", "SBIS", "SBIC", "CBI", and "SBI" instructions must be replaced with instructions that allow access to extended I/O. Typically "LDS" and "STS" combined with "SBR", "SBR", "SBR", and "CBR".

Capacitive touch sensing

The Atmel QTouch Library provides a simple to use solution to realize touch sensitive interfaces on most Atmel AVR microcontrollers. The QTouch Library includes support for the QTouch and QMatrix acquisition methods.

Touch sensing can be added to any application by linking the appropriate Atmel QTouch Library for the AVR Microcontroller. This is done by using a simple set of APIs to define the touch channels and sensors, and then calling the touch sensing API's to retrieve the channel information and determine the touch sensor states.

The QTouch Library is FREE and downloadable from the Atmel website at the following location: www.atmel.com/qtouchlibrary. For implementation details and other information, refer to the [Atmel QTouch Library User Guide](#) - also available for download from the Atmel website.

Instruction Set Summary

Mnemonic	Operands	Description	Operation	Flags	#Cycles
ARITHMETIC AND LOGIC INSTRUCTIONS					
ADD	rd, rR	Add two Registers	$Rd \leftarrow Rd + rR$	Z, C, N, V, H	1
ADC	rd, rR	Add with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd + rR + C$	Z, C, N, V, H	1
ADW	rd, K	Add Immediate to Word	$rd \leftarrow rd + Rd + K$	Z, C, N, V, S	2
SUB	rd, rR	Subtract two Registers	$Rd \leftarrow Rd - rR$	Z, C, N, V, H	1
SUB	rd, K	Subtract Constant from Register	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z, C, N, V, H	1
SBC	rd, rR	Subtract with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd - rR - C$	Z, C, N, V, H	1
SBC	rd, K	Subtract with Carry Constant from Reg	$Rd \leftarrow Rd - K - C$	Z, C, N, V, H	1
SDW	rd, K	Subtract Immediate from Word	$rd \leftarrow rd - Rd - K$	Z, C, N, V, S	2
AND	rd, rR	Logical AND Registers	$Rd \leftarrow Rd \wedge rR$	Z, N, V	1
AND	rd, K	Logical AND Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \wedge K$	Z, N, V	1
OR	rd, rR	Logical OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \vee rR$	Z, N, V	1
OR	rd, K	Logical OR Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z, N, V	1
LCR	rd, rR	Exclusive OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \oplus rR$	Z, N, V	1
COM	rd	One's Complement	$Rd \leftarrow \neg Rd$	Z, C, N, V	1
NEG	rd	Two's Complement	$Rd \leftarrow \neg Rd + 1$	Z, C, N, V, H	1
SEI	SEI	Set SEI in Register	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z, N, V	1
CLR	rd, K	Clear 000 in Register	$Rd \leftarrow Rd \wedge \neg K$	Z, N, V	1
INC	rd	Increment	$Rd \leftarrow Rd + 1$	Z, N, V	1
DEC	rd	Decrement	$Rd \leftarrow Rd - 1$	Z, N, V	1
TEST	rd	Test for Zero or Minus	$Rd \leftarrow Rd \wedge Rd$	Z, N, V	1
CLD	rd	Clear Register	$Rd \leftarrow Rd \wedge Rd$	Z, N, V	1
STD	rd	Set Register	$Rd \leftarrow \neg Rd$	None	1
MUL	rd, rR	Multiply Unsigned	$Rd \leftarrow Rd \times rR$	Z, C	2
MULS	rd, rR	Multiply Signed	$Rd \leftarrow Rd \times rR$	Z, C	2
MULSU	rd, rR	Multiply Signed with Unsigned	$Rd \leftarrow Rd \times rR$	Z, C	2
FMUL	rd, rR	Fractional Multiply Unsigned	$Rd \leftarrow (Rd \times rR) \ll 1$	Z, C	2
FMULS	rd, rR	Fractional Multiply Signed	$Rd \leftarrow (Rd \times rR) \ll 1$	Z, C	2
FMULSU	rd, rR	Fractional Multiply Signed with Unsigned	$Rd \leftarrow (Rd \times rR) \ll 1$	Z, C	2
BRANCH INSTRUCTIONS					
JMP	K	Unconditional Jump	$PC \leftarrow PC + K + 1$	None	2
LJMP	K	Indirect Jump to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	2
JMP	K	Direct Jump	$PC \leftarrow K$	None	3
RCALL	K	Relative Subroutine Call	$PC \leftarrow PC + K + 1$	None	5
CALL	K	Indirect Call to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	3
CALL	K	Direct Subroutine Call	$PC \leftarrow K$	None	6
RET		Subroutine Return	$PC \leftarrow STACK$	None	4
RETI		Interrupt Return	$PC \leftarrow STACK$	1	4
CPSE	rd, rR	Compare, Skip if Equal	$Z \leftarrow (Rd - rR) \wedge PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
CP	rd, rR	Compare	$Z \leftarrow rR$	Z, N, V, C, H	1
CPD	rd, rR	Compare with Carry	$Z \leftarrow rR - C$	Z, N, V, C, H	1
CPD	rd, K	Compare Register with Immediate	$Z \leftarrow K$	Z, N, V, C, H	1
SCBC	rd, rR	Skip if Set in Register Cleared	$Z \leftarrow (Rd \wedge rR) \wedge PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
SCBE	rd, rR	Skip if Set in Register or Set	$Z \leftarrow (Rd \wedge rR) \wedge PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
SCBD	rd, rR	Skip if Set in Register Cleared	$Z \leftarrow (Rd \wedge rR) \wedge PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
SCBE	rd, rR	Skip if Set in Register or Set	$Z \leftarrow (Rd \wedge rR) \wedge PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
SBSC	K, K	Search if Status Flag Set	$Z \leftarrow (Rd \wedge K) \wedge 1$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K, K	Search if Status Flag Cleared	$Z \leftarrow (Rd \wedge K) \wedge 0$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Equal	$Z \leftarrow 1$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Not Equal	$Z \leftarrow 0$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Carry Set	$Z \leftarrow C$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Carry Cleared	$Z \leftarrow \neg C$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Same or Higher	$Z \leftarrow C$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Lower	$Z \leftarrow \neg C$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Minus	$Z \leftarrow N$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Plus	$Z \leftarrow \neg N$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Greater or Equal, Signed	$Z \leftarrow (N \wedge V) \wedge 1$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Less Than Zero, Signed	$Z \leftarrow (N \wedge V) \wedge 0$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Full Carry Flag Set	$Z \leftarrow C$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Full Carry Flag Cleared	$Z \leftarrow \neg C$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Flag Set	$Z \leftarrow 1$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Flag Cleared	$Z \leftarrow 0$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Overflow Flag is Set	$Z \leftarrow O$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2
SBSC	K	Search if Overflow Flag is Cleared	$Z \leftarrow \neg O$ then $PC \leftarrow PC + 1$	None	1/2

Instruction Set Summary (Continued)

Mnemonic	Operands	Description	Operation	Flags	#Cycles
SRLS	k	Shift Right Logical Scaled	$R1 \leftarrow R1 \gg \text{SRLS} \times PC + k + 1$	None	1/2
SRLD	k	Shift Right Logical Double	$R1 \leftarrow R1 \gg \text{SRLD} \times PC + k + 1$	None	1/2
DATA TRANSFER INSTRUCTIONS					
MOV	dst, src	Move Between Registers	$\text{dst} \leftarrow \text{src}$	None	1
MOVW	dst, src	Copy Register Word	$\text{RSt} \leftarrow \text{Rd} \times 16 + 15$	None	1
LDI	dst, k	Load Immediate	$\text{RSt} \leftarrow k$	None	1
LDD	dst, src	Load Indirect	$\text{RSt} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
LDD	dst, X+	Load Indirect and Post-Inc.	$\text{RSt} \leftarrow \text{Rd}, X \leftarrow X + 1$	None	2
LDD	dst, X	Load Indirect and Pre-Dec.	$X \leftarrow X - 1, \text{RSt} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
LDD	dst, Y	Load Indirect	$\text{RSt} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
LDD	dst, Y+	Load Indirect and Post-Inc.	$\text{RSt} \leftarrow \text{Rd}, Y \leftarrow Y + 1$	None	2
LDD	dst, Y	Load Indirect and Pre-Dec.	$Y \leftarrow Y - 1, \text{RSt} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
LDD	dst, Y+0	Load Indirect with Displacement	$\text{RSt} \leftarrow \text{Rd} + \text{dis}$	None	2
LDD	dst, Z	Load Indirect	$\text{RSt} \leftarrow \text{Zd}$	None	2
LDD	dst, Z+	Load Indirect and Post-Inc.	$\text{RSt} \leftarrow \text{Zd}, Z \leftarrow Z + 1$	None	2
LDD	dst, Z	Load Indirect and Pre-Dec.	$Z \leftarrow Z - 1, \text{RSt} \leftarrow \text{Zd}$	None	2
LDD	dst, Z+0	Load Indirect with Displacement	$\text{RSt} \leftarrow \text{Zd} + \text{dis}$	None	2
LDS	dst, k	Load Direct from SRAM	$\text{RSt} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
STD	X, dst	Store Indirect	$\text{Rd} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
STD	X+, dst	Store Indirect and Post-Inc.	$\text{Rd} \leftarrow \text{Rd}, X \leftarrow X + 1$	None	2
STD	X, dst	Store Indirect and Pre-Dec.	$X \leftarrow X - 1, \text{Rd} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
STD	Y, dst	Store Indirect	$\text{Rd} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
STD	Y+, dst	Store Indirect and Post-Inc.	$\text{Rd} \leftarrow \text{Rd}, Y \leftarrow Y + 1$	None	2
STD	Y, dst	Store Indirect and Pre-Dec.	$Y \leftarrow Y - 1, \text{Rd} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
STD	Y+0, dst	Store Indirect with Displacement	$\text{Rd} \leftarrow \text{Rd} + \text{dis}$	None	2
STD	Z, dst	Store Indirect	$\text{Rd} \leftarrow \text{Zd}$	None	2
STD	Z+, dst	Store Indirect and Post-Inc.	$\text{Rd} \leftarrow \text{Zd}, Z \leftarrow Z + 1$	None	2
STD	Z, dst	Store Indirect and Pre-Dec.	$Z \leftarrow Z - 1, \text{Rd} \leftarrow \text{Zd}$	None	2
STD	Z+0, dst	Store Indirect with Displacement	$\text{Rd} \leftarrow \text{Zd} + \text{dis}$	None	2
STDS	k, dst	Store Direct to SRAM	$\text{Rd} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
LPM	dst, Z	Load Program Memory	$\text{RSt} \leftarrow \text{Zd}$	None	3
LPM	dst, Z+	Load Program Memory	$\text{RSt} \leftarrow \text{Zd}$	None	3
LPM	dst, Z+	Load Program Memory and Post-Inc.	$\text{RSt} \leftarrow \text{Zd}, Z \leftarrow Z + 1$	None	3
ELPM	dst, Z	Extended Load Program Memory	$\text{RSt} \leftarrow \text{Zd} + \text{ZAMPZd}$	None	3
ELPM	dst, Z+	Extended Load Program Memory	$\text{RSt} \leftarrow \text{Zd} + \text{ZAMPZd}$	None	3
ELPM	dst, Z+	Extended Load Program Memory and Post-Inc.	$\text{RSt} \leftarrow \text{Zd} + \text{ZAMPZd}, \text{ZAMPZd} \leftarrow \text{ZAMPZd} + 1$	None	3
SPM	dst, Z	Store Program Memory	$\text{Zd} \leftarrow \text{Rd}$	None	3
IN	dst, P	In Port	$\text{RSt} \leftarrow \text{Pd}$	None	1
OUT	P, dst	Out Port	$\text{Pd} \leftarrow \text{Rd}$	None	1
PUSHD	dst	Push Register on Stack	$\text{STACK} \leftarrow \text{Rd}$	None	2
POPD	dst	Pop Register from Stack	$\text{Rd} \leftarrow \text{STACK}$	None	2
BIT AND BIT-TEST INSTRUCTIONS					
SBIC	P, b	Set Bit in I/O Register	$\text{IOIF} \leftarrow \text{IOIF} + 1$	None	2
SBIS	P, b	Clear Bit in I/O Register	$\text{IOIF} \leftarrow \text{IOIF} - 1$	None	2
LSD	dst	Logical Shift Left	$\text{Rdst} \leftarrow \text{Rdst} \ll 1, \text{Rdst} \leftarrow 0$	Z, C, N, V	1
LSD	dst	Logical Shift Right	$\text{Rdst} \leftarrow \text{Rdst} \gg 1, \text{Rdst} \leftarrow 0$	Z, C, N, V	1
ROR	dst	Rotate Left Through Carry	$\text{Rdst} \leftarrow \text{C} \ll \text{Rdst} \gg 1, \text{Rdst} \leftarrow \text{Rdst} \gg 1$	Z, C, N, V	1
RORC	dst	Rotate Right Through Carry	$\text{Rdst} \leftarrow \text{Rdst} \gg 1, \text{C} \leftarrow \text{Rdst} \gg 1$	Z, C, N, V	1
ASR	dst	Arithmetic Shift Right	$\text{Rdst} \leftarrow \text{Rdst} \gg 1, \text{Rdst} \leftarrow \text{Rdst} \gg 1$	Z, C, N, V	1
SWAP	dst	Swap Nibbles	$\text{Rdst} \leftarrow \text{Rdst} \gg 4, \text{Rdst} \leftarrow \text{Rdst} \ll 4$	None	1
SREG	s	Flag Set	$\text{SREG} \leftarrow \text{SREG} + 1$	SREG	1
CLRI	s	Flag Clear	$\text{SREG} \leftarrow \text{SREG} - 1$	SREG	1
SBIC	Rs, b	SB Store from Register to I/O	$\text{IOIF} \leftarrow \text{IOIF} + 1$	T	1
SBIS	Rs, b	SB Store from Register to I/O	$\text{IOIF} \leftarrow \text{IOIF} - 1$	None	1
SEC	dst	Set Carry	$\text{C} \leftarrow 1$	C	1
CLC	dst	Clear Carry	$\text{C} \leftarrow 0$	C	1
SEN	dst	Set Negative Flag	$\text{N} \leftarrow 1$	N	1
CLN	dst	Clear Negative Flag	$\text{N} \leftarrow 0$	N	1
SEZ	dst	Set Zero Flag	$\text{Z} \leftarrow 1$	Z	1
CLZ	dst	Clear Zero Flag	$\text{Z} \leftarrow 0$	Z	1
SEI	dst	Global Interrupt Enable	$\text{I} \leftarrow 1$	I	1
CLI	dst	Global Interrupt Disable	$\text{I} \leftarrow 0$	I	1
SEIS	dst	Set Signed Test Flag	$\text{S} \leftarrow 1$	S	1
CLIS	dst	Clear Signed Test Flag	$\text{S} \leftarrow 0$	S	1

Instruction Set Summary (Continued)

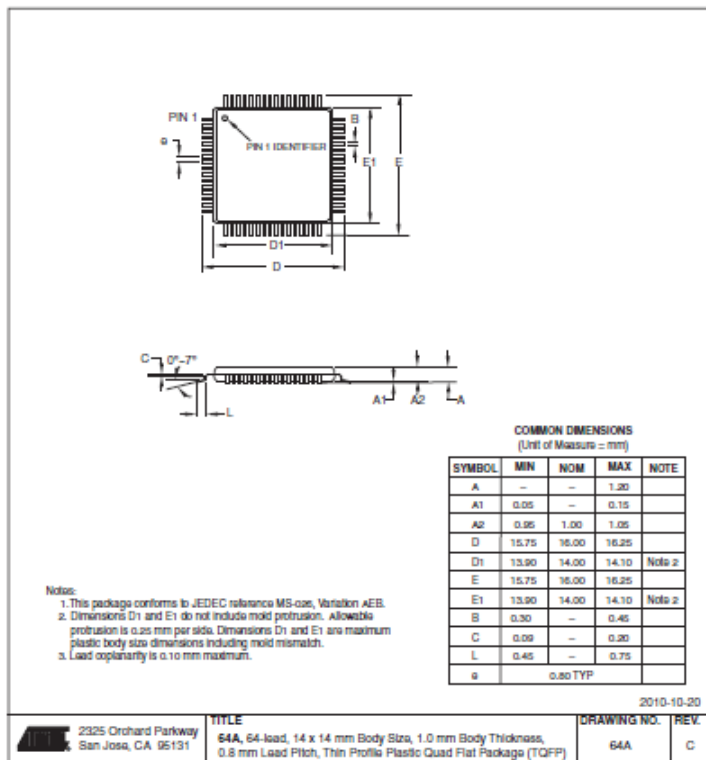
Mnemonic	Operands	Description	Operation	Flags	#Cycles
SEV		Set Two's Complement Overflow	$V \leftarrow 1$	V	1
CLV		Clear Two's Complement Overflow	$V \leftarrow 0$	V	1
SET		Set T in SREG	$T \leftarrow 1$	T	1
CLT		Clear T in SREG	$T \leftarrow 0$	T	1
SEI		Set Interrupt Enable in SREG	$IE \leftarrow 1$	IE	1
CLI		Clear Interrupt Enable in SREG	$IE \leftarrow 0$	IE	1
MCU CONTROL INSTRUCTIONS					
NOP		No Operation		None	1
SLEEP		Sleep	(see specific device for Sleep function)	None	1
WDOR		Watchdog Reset	(see specific device for WDR/Timer)	None	1
BSCSR		Break	For On-chip Debug Only	None	N/A

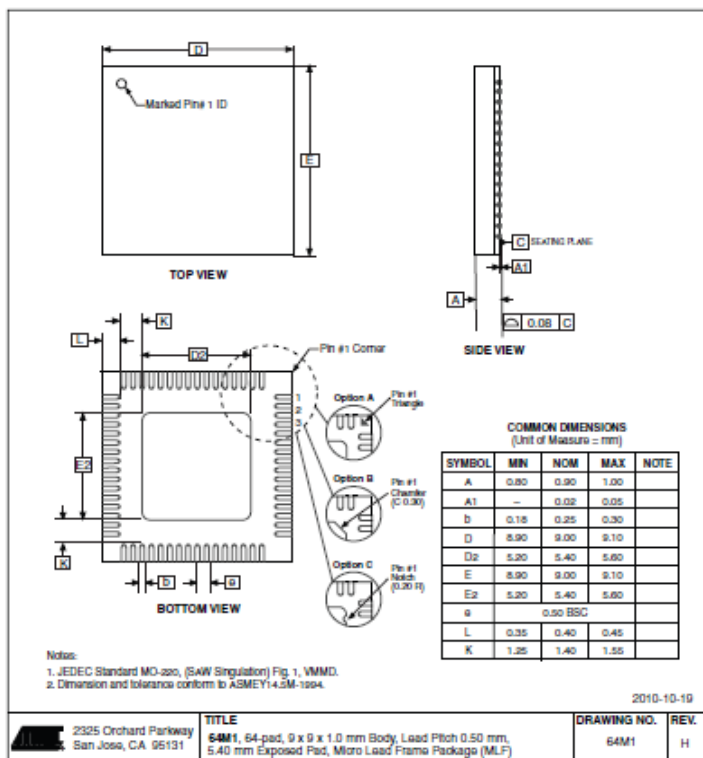
Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code ⁽¹⁾	Package ⁽²⁾	Operation Range
8	2.7 – 5.5V	ATmega128L-8AJJ ATmega128L-8AJRH ⁽³⁾ ATmega128L-8MU ATmega128L-8MUR ⁽³⁾	64A 64A 64M1 64M1	Industrial (-40°C to 85°C)
16	4.5 – 5.5V	ATmega128-16AJJ ATmega128-16AJRH ⁽³⁾ ATmega128-16MU ATmega128-16MUR ⁽³⁾	64A 64A 64M1 64M1	
8	3.0 – 5.5V	ATmega128L-8AN ATmega128L-8ANR ⁽³⁾ ATmega128L-8MN ATmega128L-8MNR ⁽³⁾	64A 64A 64M1 64M1	Extended (-40°C to 105°C)
16	4.5 – 5.5V	ATmega128-16AN ATmega128-16ANR ⁽³⁾ ATmega128-16MN ATmega128-16MNR ⁽³⁾	64A 64A 64M1 64M1	

- Notes: 1. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
 2. The device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
 3. Tape and Reel

Package Type	
64A	64-lead, 14 x 14 x 1.0mm, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)
64M1	64-pad, 9 x 9 x 1.0mm, Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)

Packaging Information
64A


64M1


LAMPIRAN D (DATA SHEET MQ-136)

HANWEI ELECTRONICS CO.,LTD

MQ-136

<http://www.hwsensor.com>

TECHNICAL DATA

MQ-136 GAS SENSOR

FEATURES

Fast response and High sensitivity
Stable and long life

Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in air quality control equipments for buildings/offices, are suitable for detecting of H₂S.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V _c	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V _h	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
R _h	Load resistance	can adjust	
R _a	Heater resistance	31Ω ± 5%	Room Tem
P _h	Heating consumption	less than 800mw	

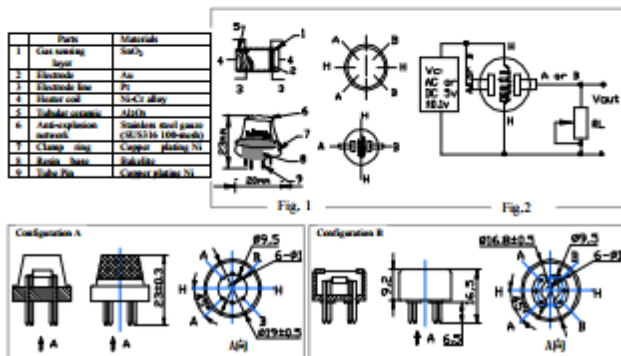
B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T _{ao}	Using Tem	-10℃~45℃	
T _{st}	Storage Tem	-20℃~70℃	
R _h	Relative humidity	less than 95%RH	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)(Oxygen concentration can affect sensitivity)	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remark 2
R _s	Sensing Resistance	30K, 0~200K, Ω (100ppm H ₂ S)	Detecting concentration scope 1~100ppm H ₂ S
% (20S) H ₂ S	Concentration Slope rate	≤0.65	
Standard Detecting Condition	Temp: 20℃ ± 2℃ Humidity: 65% ± 5%	V _c : 5V±0.1 V _h : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit



sensitive components. The enveloped MQ-136 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2
E. Sensitivity characteristic curve

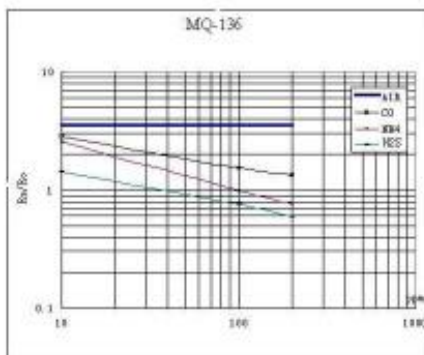


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-136 for several gases, in their: Temp: 20°C.

Humidity: 65%
O₂ concentration 21%

R_L = 20K Ω

R_a: sensor resistance at 10ppm of H₂S in the clean air.

R_s: sensor resistance at various concentrations of gases.

Fig.5 sensitivity characteristics of the MQ-136

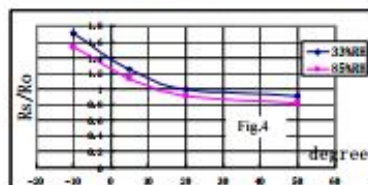


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-136 on temperature and humidity.

R_a: sensor resistance at 10ppm of H₂S at 33%RH and 20 degree.

R_s: sensor resistance at 10ppm of H₂S at different temperatures and humidity.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-136 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 10ppm H₂S concentration in air and use value of Load resistance that(R_L) about 20 KΩ (10KΩ to 47 KΩ).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.



BIOGAS PURIFICATION SYSTEM

MANUAL BOOK



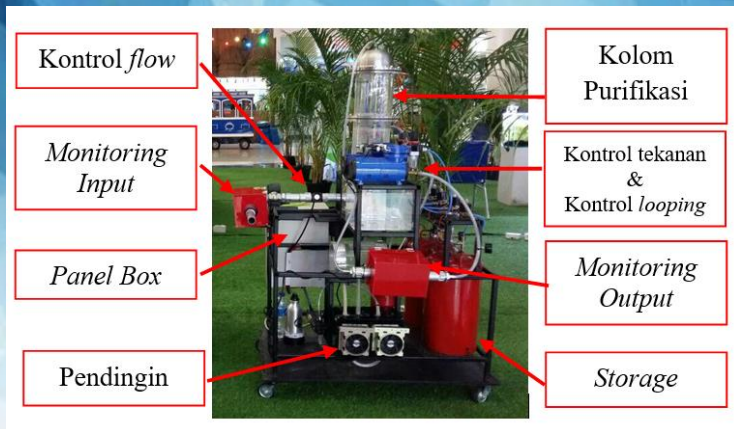
GAMBARAN UMUM ALAT

Biogas Purification System adalah gagasan inovasi dalam pemurnian biogas yang mengkombinasikan antara sistem absorpsi fisika dengan sistem adsorpsi kimia dalam satu kolom yang dirancang secara otomatis. Sistem absorpsi fisika yang digunakan pada alat ini menggunakan *water scrubber* dengan temperatur air antara 10-15°C. Hasil dari absorpsi fisika ini dapat melarutkan kadar H₂S, CO₂ dan PM dengan tingkat kelarutan gas sebanding dengan rendahnya temperatur air pada *water scrubber*. Sedangkan pada sistem adsorpsi kimia alat ini menggunakan zat kimia CaO apabila bereaksi dengan gas biogas dapat mengurangi kadar CO₂ dan CaCl₂ apabila bereaksi dengan gas biogas dapat mengurangi kadar air dalam biogas. Selain itu ***Biogas Purification System*** juga dilengkapi dengan sistem kontrol meliputi sistem kontrol temperatur pada *water cooling system*, sistem kontrol tekanan pada *biogas storage*, serta sistem *monitoring* kadar gas H₂S, CO₂, CH₄ pada *inlet* dan *outlet* purifikasi biogas yang saling terintegrasi. ***Biogas Purification System*** sangat sesuai digunakan oleh pengguna biogas di Indonesia karena alat ini merupakan alat purifikasi yang efektif, efisien, dan sekaligus menggunakan bahan pemurnian yang relatif mudah untuk diregenerasi secara lokal di wilayah Indonesia.

SPESIFIKASI ALAT

1. Sistem Pendingin Air
2. Sensor Gas
 - H_2S : MQ-136
 - CH_4 : MQ-4
 - CO_2 : MG-811
3. Sensor Tekanan (MPX5500DP)
4. Mini Kompresor
5. Sensor Flow G1
6. *Water Scrubber System*
7. Mikrokontroler ATmega128
8. *Storage Tank*
 - Tinggi : 38 cm
 - Diameter: 21 cm
9. *Display LCD 4x20*
10. Kolom Purifikasi
 - Tinggi : 80 cm
 - Diameter: 15 cm
11. *Spray atau Nozzle*
12. *Sieve Plate Tray Trap*
13. *Stepper*
14. *Solenoid Valve*
15. Sensor DHT

DESKRIPSI ALAT



Gambar Plant Purifikasi Biogas

Plant ini dilengkapi dengan kontrol flow gas inlet, monitoring gas, kontrol H_2S , kontrol tekanan dan juga IoT. Adapun penjelasannya sebagai berikut :

1. Kontrol Flow Inlet

Sistem *control flow* ini bertujuan untuk mengatur laju aliran yang akan memasuki kolom purifikasi agar hasil dari biogas dalam purifikasi dapat lebih efektif.

Berikut adalah komponen yang digunakan pada sistem control flow inlet pada purifikasi biogas :

- Sensor Flowmeter G 1"

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi aliran biogas yang melewati pipa inlet purifikasi biogas. Sensor ini diatur dengan setpoint sebesar 5 L/min.

- ATmega 128
ATmega 128 merupakan kontroler yang berfungsi untuk mengontrol semua sinyal yang diperintahkan oleh sensor untuk menggerakkan actuator.
- Motor Stepper
Motor stepper adalah actuator atau penggerak. Motor stepper ini juga bisa disebut keran otomatis yang dapat membuka atau menutup secara otomatis ketika laju aliran yang telah dideteksi oleh sensor tidak sesuai dengan set point yang telah ditetapkan yaitu 5 L/min. Motor stepper ini juga dilengkapi dengan driver motor yang berada pada panel box guna untuk pengkondisian sinyal yang akan diproses pada ATmega128.

2. Monitoring Gas

Sistem monitoring kadar gas ini meliputi gas CH₄, CO₂, dan H₂S. sistem monitoring ini berfungsi untuk tujuan sehingga dapat mengetahui kualitas kandungan gas CH₄, karena kadar CH₄ sangat menentukan kualitas dari biogas. Sedangkan kadar CO₂ dan H₂S perlu dimonitoring untuk memastikan keamanan, melindungi, mengantisipasi serta menyiapkan pemeliharaan / maintenance peralatan sebab kadung gas tersebut merupakan kadar pengotor pada biogas yang dapat merusak peralat pengaplikasian biogas.

Sistem monitoring ini terletak pada bagian inlet dan outlet kolom purifikasi, sehingga dapat terlihat perbandingan antara biogas sebelum atau sesudah

memasuki kolom purifikasi dan dapat terlihat efektifitas dari proses purifikasi tersebut.

Berikut ini adalah komponen yang digunakan untuk sistem monitoring kadar gas pada sistem purifikasi biogas :

- Sensor (MG-811, MQ-136 dan MQ-4)
Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi kandungan gas yang berada pada biogas. Sensor MG-811 berfungsi untuk mendeteksi kadar CO₂. MQ-136 berfungsi untuk mendeteksi H₂S. dan sensor MQ-4 dapat berfungsi untuk mendeteksi gas CH₄.
- ATmega 128
ATmega 128 berfungsi sebagai prosesor yang memproses seluruh sinyal agar dapat bekerja sesuai yang diinginkan.
- RTC (Real Time Clock)
RTC ini berfungsi sebagai penampil waktu yang sebenarnya. Dilengkapi dengan baterai CMOS agar dapat selalu bekerja meskipun pant dalam kondisi mati, dan ketika dihidupkan maka waktu yang ditampilkan dapat menunjukkan waktu sebenarnya tanpa harus mensetting ulang.
- SDcard
SDcard merupakan memory yang digunakan untuk merekam/menyimpan seluruh hasil variable yang telah diukur. SDcard ini mampu menyimpan data yang bekerja setiap detik.

3. Kontrol H₂S

Sistem *control* H₂S ini berfungsi untuk mengatur kadar H₂S yang akan keluar pada kolom purifikasi, agar kadar biogas yang keluar dari kolom purifikasi dapat memenuhi standar yang telah diinginkan.

Berikut adalah komponen yang digunakan pada sistem control H₂S :

- Sensor H₂S (MQ-136)
Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi kadar H₂S yang ada pada biogas. Sensor ini diatur dengan setpoint sebesar 3 ppm.
- ATmega 128
ATmega 128 merupakan kontroler yang berfungsi untuk mengontrol semua sinyal yang diperintahkan oleh sensor untuk menggerakkan actuator.
- Solenoid
Solenoid berfungsi sebagai actuator atau penggerak. Pada sistem ini menggunakan 2 solenoid untuk mengatur aliran biogas. Solenoid (a) akan menyala ketika sensor mendeteksi kadar H₂S > 3 ppm. Yang artinya aliran biogas akan ditarik kembali untuk memasuki kolom purifikasi untuk di proses ulang. Sedangkan solenoid (b) akan aktif ketika kadar H₂S < 3 ppm. Maka aliran biogas akan diteruskan keluar dari kolom purifikasi menuju proses selanjutnya.

4. Kontrol Tekanan

Sistem kontrol tekanan berfungsi untuk mengatur tekanan dalam *storage tank* agar tekanan

didalamnya bisa tetap stabil dan dapat sesuai dengan yang telah ditentukan.

Komponen yang digunakan pada system kontrol tekanan ini meliputi:

- **Sensor tekanan (MPX5500DP)**
Sensor tekanan difungsikan untuk mendeteksi tekanan didalam *storage tank* dimana *setpoint* yang digunakan sebesar 5Psi sebagai batas bawah dan 25Psi sebagai batas atas.
- **Mikrokontroller ATmega 128**
Mikrokontroller berfungsi sebagai pengontrol semua sinyal yang berasal dari sensor untuk menggerakkan actuator.
- **Solenoid Valve**
Solenoid Valve berfungsi sebagai aktuator yang bersifat *on/off*. *Solenoid valve* yang digunakan pada kontrol tekanan ini berjumlah 4 buah yaitu *solenoid valve* 1 dan 2 sebagai input kemudian *solenoid valve* 3 dan 4 sebagai output. Input akan membuka ketika tekanan 5 Psi dan menutup ketika tekanan telah mencapai 25 Psi, sedangkan *solenoid valve* 3 dan 4 akan membuka ketika tekanan 25 Psi dan menutup ketika tekanan 5 Psi. Untuk tahapan terakhir outputan gas dari *storage tank* akan diteruskan menuju generator.

5. IoT

Sistem kontrol tekanan berfungsi untuk mengatur tekanan dalam *storage tank* agar tekanan didalamnya bisa tetap stabil dan dapat sesuai dengan yang telah ditentukan.

Komponen yang digunakan pada system kontrol tekanan ini meliputi:

1. Raspberry Pi3



2. Smartphone Android

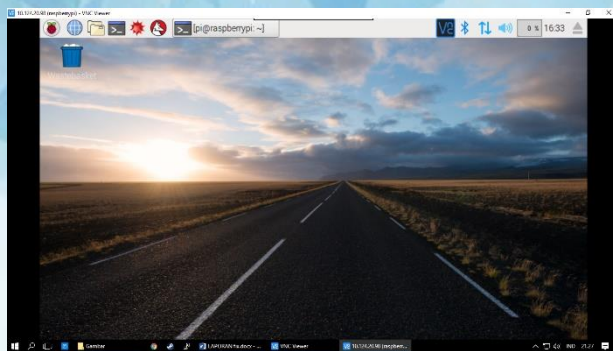


3. Laptop

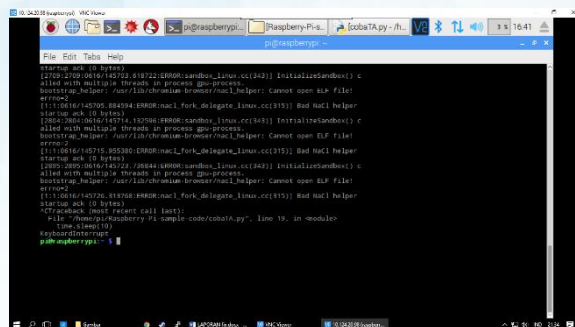


Cara penggunaan

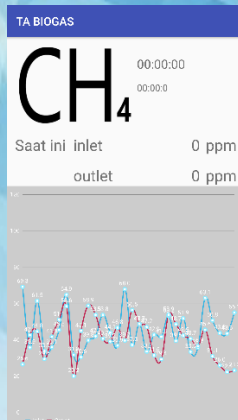
1. Pastikan raspberry pi sudah tersambung pada plant purifikasi biogas
2. Nyalakan raspberry pi dan akan tampil layar pada gambar berikut



3. Akan keluar tampilan seperti ini apabila data sudah masuk ke database



4. Hasil pada tampilan smartpho



PROSEDUR PENGGUNAAN

Untuk mengaktifkan plant purifikasi biogas ini perlu diperhatikan cara operasionalnya, yaitu sebagai berikut:

1. Pastikan semua wiring rangkaian sudah terpasang dengan benar dan baik.
2. Pastikan tidak ada kebocoran pada masing-masing bagian plant
3. Pastikan pemasangan sensor sudah dilakukan dengan baik dan benar.
4. Pastikan sambungan kabel yang terhubung dengan tegangan AC terhubung dengan benar dan pastikan tidak ada kabel yang terkelupas.
5. Pastikan apakah power supply untuk controller dan bagian-bagian lainnya telah terpasang dan terhubung dengan benar.
6. Sambungkan selang pada inlet purifikasi. Selang harus berukuran 5x8 mm agar dapat masuk ke sambungan pipa inlet purifikasi
7. pasang kabel pada stopkontak.
8. Nyalakan MCB yang berada pada dalam panel untuk menyalakan power supply 12V.
9. Tekan tombol ON/OFF pada pintu panel box yang berfungsi untuk menyalakan power supply 5V.
10. Maka sistem purifikasi berhasil dinyalakan dan siap digunakan.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Lamongan pada tanggal 30 Maret 1996 dengan diberi nama Eka Wahyu Prasajo. Bapak bernama Thukul Prasajo, Ibu bernama Yateni, dan adik perempuan bernama Imelda Saharatu Mahardini. Penulis telah menyelesaikan studi di SDN Kembangbahu II pada tahun 2008, SMP Negeri Kembangbahu pada tahun 2011, SMA Negeri 11 Surabaya pada tahun 2014, dan kemudian melanjutkan kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Departemen Teknik Instrumentasi, Program Studi D3 Teknik Instrumentasi pada tahun 2014. Bidang minat yang ditekuni yaitu riset teknologi dan karya tulis ilmiah. Adapun beberapa prestasi yang pernah diraih oleh penulis dalam bidang karya tulis ilmiah diantaranya penulis pernah menjadi juara Favorit di *Hi-Great National Paper Competition* 2015 di Universitas Brawijaya, Juara 1 Esai Nasional *Festival Agri-Science Technology* 2016 di Universitas Sebelas Maret, Juara 1 Esai Nasional *Biology Science Writing Competition* 2017 di Universitas Muhammadiyah Malang, Juara 1 *Student Paper Competition* PETROFORIA 2017 di STT Migas Balikpapan, Juara Harapan 1 Lomba Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa di Universitas Brawijaya, dan Juara 2 *Green Online National Essay Competition* di Universitas Islam Negeri Riau. Selain itu penulis juga aktif dalam beberapa keorganisasian diantaranya pada tahun pertama penulis menjadi anggota UKM Pencak Silat PSHT komisariat ITS, pada tahun kedua penulis menjadi staff Departemen Komunikasi dan Informasi Himpunan Mahasiswa Teknik Fisika ITS dan pada tahun ketiga penulis menjadi Asisten Laboratorium Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol divisi *Human Resources and Development*. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui nomor telepon 087753400003 atau email twahyu320@gmail.com.